



PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ETILBENZÈ

TREBALL DE FINAL DE GRAU

GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA

Jarod Enrique Erreyes Pilozo

Guillem Fajula López

Iván González Germán

Oriol Martínez Añó

Irene Sanchis Garcia

Pau Viedma Garcia

Tutor: Marc Peris Miras

CERDANYOLA DEL VALLÈS, JUNY 2023



PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ETILBENZÈ

CAPÍTOL 7: AVALUACIÓ ECONÒMICA

Índex

7 Avaluació econòmica	3
7.1 Introducció	3
7.2 Estudi de mercat.	3
7.2.1 Etilbenzè.....	4
7.2.1.1. Situació actual del mercat i previsió futura.	7
7.2.1.2. Competència	9
7.2.2. Àcid carbònic.....	10
7.2.3. Preu de compra de reactius.....	11
7.2.3.1. Benzè.....	11
7.2.3.2. Mescla d'etilè	12
7.2.4. Anàlisi DAFO	13
7.3. Càlcul d'equips.....	15
7.3.1 Mètode de Sinnott -Towler.....	15
7.3.2. Índex CEPCI.....	16
7.3.3. Preus dels equips	17
7.4. Inversió inicial	23
7.4.1. Capital Immobilitzat	23
7.4.1.1. Cost de la parcel·la	25
7.4.2. Capital Circulant	26
7.5. Costos de producció.....	26
7.5.1. Costos de fabricació	26
7.5.1.1. Matèries primes.....	28
7.5.1.2. Mà d'obra	28
7.5.1.3. Patents.....	31
7.5.1.4. Serveis	31
7.5.1.5. Subministrament	32
7.5.1.6. Reparacions i manteniment.....	32
7.5.1.7. Laboratori de control i qualitat	33
7.5.1.8. Embalatge.....	33
7.5.1.9. Transport.....	34
7.5.1.10. Lloguers	34
7.5.1.11. Impostos	34
7.5.1.12 Amortitzacions.....	35
7.5.1.13. Assegurances	35
7.5.2. Costos generals.....	35
7.5.2.1. Despeses comercials	36
7.5.2.2. Despeses administratives	36
7.5.2.3. Despeses financeres.....	37

7.5.2.4. Investigació i serveis tècnics	37
7.6. Ingressos	37
7.6.1 Preu de venda de l'etilbenzè.....	38
7.6.2 Preu de venda de l'àcid carbònic.....	39
7.7. Rendibilitat de la planta	40
7.7.1. Anàlisi de sensibilitat.....	42
7.8. Conclusions	50
7.9 Bibliografia	51
7.10 Apèndix.....	53
7.10.1 Taules del Net Cash Flow.....	53
7.10.1.1 Variació del preu de matèries primes i productes	53
7.10.1.2. Variació del TAE.	57
7.10.1.3.Variació del cost dels serveis.	59
7.10.2 Constants del mètode de Sinott i Towler.....	61

7 Avaluació econòmica

7.1 Introducció

La construcció i el funcionament d'una planta d'aquestes dimensions i característiques només serà possible si la avaluació econòmica ho permet. Per tant, és considera aquest capítol un dels més importants i determinants a l'hora d'implantar aquest projecte a la realitat. Es per això que a continuació es dura a terme un anàlisi exhaustiu per tal de determinar-ho.

Primerament es farà un estudi de mercat on s'observaran les aplicacions i la repercussió directa o indirecta que té l'etilbenzè en els diferents sectors, també es farà un anàlisi de l'estat actual i la previsió a futur de cadascun d'ells.

Seguidament és discutiran tant el preu de compra de matèries primeres, com el preu de venda del producte i subproducte. Tot seguit es procedirà a fer un càlcul dels costos dels equips i els seus costos associats, de la mateixa manera que amb la resta de costos de fabricació, que es dividiran en costos de producció i generals i s'analitzaran de forma individual i detallada.

També s'analitzaran les diferents fonts d'ingressos així com el seu preu, i a continuació s'estudiaran els fluxos de caixa anuals per tal de determinar el valor actual net del projecte així com altres paràmetres que ajuden a avaluar la rendibilitat del mateix.

Degut a la inestabilitat política i econòmica que es viu en aquests dies s'ha considerat oportú fer un anàlisi de sensibilitat per veure com afectaria al projecte modificacions, tant a l'alta com a la baixa, de diferents variables que intercedeixen de manera directa en la tresoreria de la empresa i comprovar si es podria fer front a aquestes variacions.

7.2 Estudi de mercat.

En el present estudi de mercat es tractarà de fer un anàlisi amb el propòsit d'obtenir informació sobre la comercialització de l'etilbenzè. També s'estudiarà la oferta i la demanda que n'hi ha actualment i es tractarà de fer una previsió futura, analitzant l'avaluació històrica del mercat i la evolució tant dels consumidors com dels productors d'aquest sector.

Per iniciar aquest estudi es farà un anàlisi exhaustiu de la totalitat de matèries primes necessàries i productes obtinguts en el procés que es durà a terme a la planta.

7.2.1 Etilbenzè

La principal aplicació de l'etilbenzè a la indústria és la producció del monòmer d'estirè, policarbonat, cautxú sintètic, adhesius i fibres de vidre. També s'utilitza com a dissolvent en la indústria química i farmacèutica, com a additius de benzina i per sintetitzar altres productes químics.

- Producció d'estirè

L'etilbenzè s'utilitza com a matèria prima en la producció de l'estirè, que es un monòmer utilitzat per a la fabricació de diferents plàstics com: el poliestirè, l'acronitril-butadiè-estirè (ABS) i el estirè-acrilonitril (SAN), així com en la producció de resines sintètiques i materials de construcció com el cautxú sintètic, resines, aïllants tèrmics i fibres de vidre.

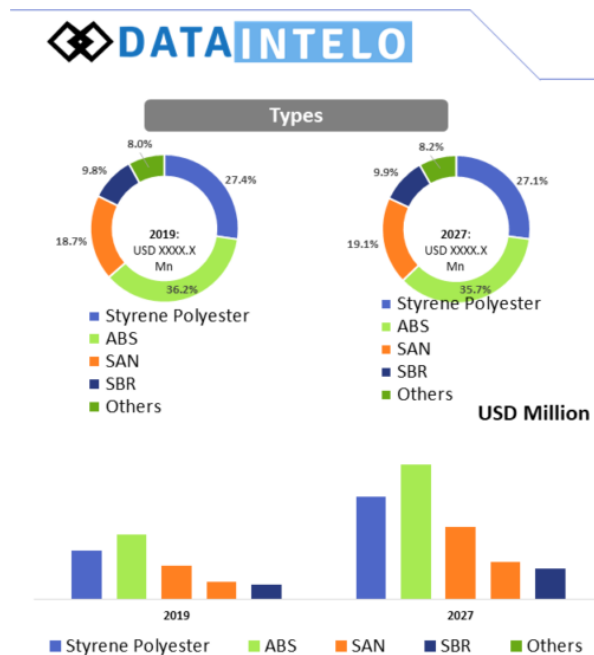


Figura 7.1: Productes obtinguts a partir de l'etilbenzè [2]

- Producció de poliestirè

La producció del poliestirè es du a terme mitjançant la polimerització del monòmer d'estirè. Es tracta d'un polímer termoplàstic que degut a la seva resistència, la seva lleugeresa, i les seves propietats aïllants, el fan òptim per al seu us en: envasos i embalatges, productes d'escuma com vasos de cafè i safates d'aliments,

joguines, en la construcció per fabricar aïllants i en la indústria automotriu per a la fabricació de para-xocs i panells interiors.

- Producció de acronitril-butadiè-estirè (ABS)

D'igual manera que el poliestirè, també és un termoplàstic, i gràcies a les seves propietats mecàniques i tèrmiques, el fan molt útil a la indústria de l'automòbil, de juguines i d'envasos. A més, és utilitzat en la fabricació d'equipament esportiu com cascos de bicicleta, raquetes de tennis i peces d'equips fitness degut a la seva alta resistència i al calor.

- Producció d'estirè acronitril (SAN)

D'igual manera que els anteriors, també és un termoplàstic, i gràcies a les seves propietats mecàniques i tèrmiques, el fan molt útil a la indústria de l'automòbil, de juguines i d'envasos. A més, és utilitzat en la fabricació de peces d'electrodomèstics, com cafeteres, aspiradores o liquadores degut a la seva alta resistència i durabilitat.

- Producció cautxú d'estirè butadiè. (SBR)

El copolímer d'estirè i butadiè no és un termoplàstic, sinó que es un cautxú sintètic amb una gran elasticitat i resistència al desgast, que el converteix en el component ideal quan la seva aplicació requereix durabilitat i resistència a la abrasió. Es per això que s'utilitza en la fabricació de pneumàtics, soles de sabata, així com les bandes transportadores. A més, és utilitzat per a la fabricació de segelladors i adhesius degut a la capacitat d'unió i la resistència a l'aigua i a productes químics.

- Producció de fibra de vidre

Aquest monòmer s'utilitza en alguns productes de fibra de vidre, que posteriorment són consumits per a la fabricació d'avions, vaixells, peces per automòbils i altres productes.

Cap destacar que més del 99% de l'etilbenzè produït s'utilitza amb l'únic fi de produir estirè, tot i que també s'utilitzen, en molta menor proporció, per als usos que s'exposen a continuació:

- Dissolvent

Degut a la seva elevada volatilitat i la bona capacitat de solvència en una ampla varietat de compostos orgànics, l'etilbenzè també s'utilitza com a dissolvent tant en la indústria química com farmacèutica. També s'utilitza per dissoldre resines, pigments

i altres additius per a la posterior producció de pintures, com per exemple pintures a l'oli i acríliques entre d'altres.

- Sintetitzador químic.

S'utilitza en la síntesis d'altres productes químics com el dietilbenzè, que posteriorment es utilitza com a plastificant en la fabricació de PVC, o el clorur d'etilbenzè, que s'utilitza com a reactiu en la síntesis d'altres compostos orgànics per a la posterior aplicació en la producció de plàstics i productes farmacèutics.

- Additiu de la benzina.

L'etilbenzè s'utilitza com a additiu de la benzina per tal de millorar la qualitat del combustible i augmentar l'octanatge. Es barreja amb altres hidrocarburs per tal d'augmentar la potència i el rendiment del motor. No obstant això, el seu ús està molt limitat degut a que la seva producció és més costosa que altres additius més efectius. A més, al ser una substància tòxica, el seu ús ve marcat per les regulacions ambientals de molts països.

- Producció de policarbonat

S'utilitza per produir policarbonat, un plàstic característic per la seva resistència i transparència, i es per això que s'utilitzen entre d'altres, en les finestres d'avions, o lents de càmeres.

Es per això que, tal i com s'han anat esmentant, els sectors en els que pot ser aplicada aquesta substància són molt amplis: des de la indústria de l'automòbil, passant per l'electrònica i la indústria de la construcció fins als envasats alimentaris.

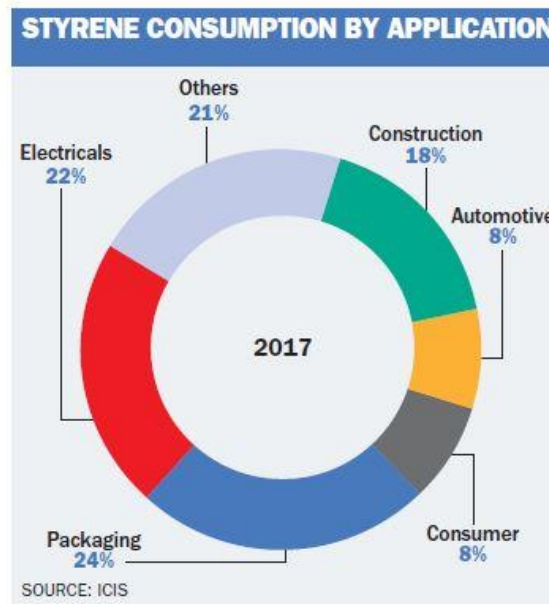


Figura 7.2: Aplicació de l'estirè a les diferents indústries l'any 2017.[2]

Tenint en compte l'elevada proporció d'estirè que es produeix a partir de l'etilbenzè (>99%) les dades de l'estirè es poden aplicar per al seu precursor.

Com es pot observar a la Figura 7.1 les principals indústries consumidores de l'estirè, i per tant, indirectament d'etilbenzè, són la indústria electrònica i d'empaquetament, així com la indústria de la construcció i de l'automoció.

7.2.1.1. Situació actual del mercat i previsió futura.

El mercat de l'etilbenzè s'ha vist afectat per diversos factors els últims anys. Des del 2020, les mesures de contenció i l'interromp de la cadena de subministrament global, associades a la pandèmia de la COVID-19 ha afectat negativament la demanda d'etilbenzè. A més, tenint en compte la baixa disponibilitat de matèries primes, ha provocat una disminució en la producció d'etilbenzè i conseqüentment un augment de preu degut a la seva escassetat.

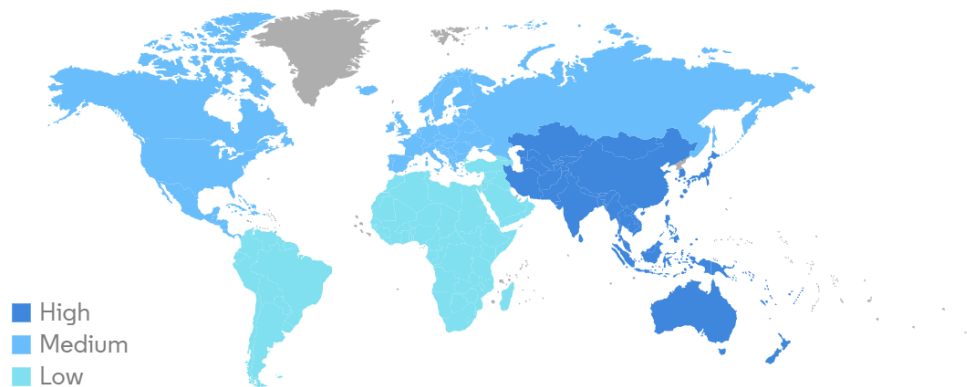
També, i ja des de fa anys, hi ha hagut una certa preocupació per la sostenibilitat i l'impacte ambiental, pel que hi ha hagut un interès clar i cada cop major per alternatives més sostenibles i renovables, en comptes de productes químics derivats del petroli com és l'estirè.

No obstant això, la demanda mundial d'etilbenzè s'espera que augmenti amb una taxa composta anual del 3,3% en el període de 2021 a 2026 segons la consultoria de mercats Mordor Intelligence [1] degut al creixement de les principals indústries que utilitzen derivats de l'etilbenzè com a matèria prima, comentades anteriorment.

- Sector de la construcció: tot i que els últims anys han estat nefastos degut a les conseqüències de la pandèmia, s'espera que a mesura que la economia es vagi recuperant, juntament amb la necessitat de construir de forma més sostenible, sorgeixin oportunitats en construccions de eficiència energètica o construcció verda i es recuperi el ritme i les expectatives pre-pandèmiques.
- Sector de l'automoció: les restriccions per la pandèmia i la disminució de la demanda juntament amb la crisi de microxips i semiconductors han tingut un impacte significatiu en el sector de l'automoció. No obstant això, la necessitat de regenerar el parc automobilístic cap a vehicles més ecològics i autònoms, ja siguin elèctrics o d'hidrogen, fan ser optimistes de cara a la previsió del sector.
- Sector de la electrònica: es tracta d'un dels sectors més importants de l'economia mundial, ja que els productes relacionats estan àmpliament utilitzats en tot el món. A més, és una indústria que està constantment evolucionant, amb l'aparició de noves tecnologies i productes que s'incorporen en el nostre dia a dia a través de la transformació digital.
- Sector de l'empaquetament. Es tracta d'un sector també en constant creixement degut a la necessitat de transportar i emmagatzemar la demanda de productes de forma segura i eficient. No obstant això, els canvis de preferències del consumidor o l'adopció de materials més ecològics i reciclables juguen un paper important. Al no ser una substància biodegradable i utilitzar-se entre d'altres, per a gots i plats d'un sol ús, pot ser un sector no gaire rendible a llarg termini.

No obstant això, aquest creixement no serà equitatiu a totes les parts del planeta sinó que s'espera una evolució desigual a cada continent i regió.

Ethylbenzene Market - Growth Rate by Region, 2021-2026



Source: Mordor Intelligence



Figura 7.3: Creixement de consum/producció d'etilbenzè al mon. [1]

Com s'ha esmentat abans, un dels retrets de l'etilbenzè es la seva toxicitat i perillositat tant com per a la salut humana com per al medi ambient. Es per això que sobretot a nivell europeu es possible que paulatinament es vagi reduint la seva comercialització utilitzant d'altres més sostenibles a llarg termini. En canvi, països com la Xina, el Japó o l'Índia, on hi ha moltes menys restriccions i controls mediambientals, el seu creixement previst sigui molt més elevat.

Un altre aspecte a tenir en compte de cara al futur es la present guerra entre Ucraïna i Rússia, on el sector de la construcció hi juga un paper molt important a l'hora de reconstruir les zones afectades per la mateixa. Cal remarcar que en cas que els russos en sortissin victoriosos, seria la mateixa Xina qui segurament els facilités la demanda degut a les relacions comercials que tenen establertes. Per contra, si Ucraïna aconseguís recuperar el control del territori seria probablement la unió europea, a través de França, Holanda i Alemanya qui en cobriria la demanda.

Juntament amb la construcció, un dels motius de la previsió de creixement d'Àsia i de la Xina en concret, és la transició cap al vehicle elèctric, on de la mà de marques com BYD, NIO i Geely planten cara al mercat europeu amb una àmplia gamma de vehicles elèctrics d'alta qualitat a preus assequibles.

7.2.1.2. Competència

Tot i no haver-hi un monopoli o un domini clar per part d'una empresa o grup en el mercat d'etilbenzè, és cert que un conjunt en controla una part significativa d'aquest. Aquestes empreses son: *Dow, Honeywell, Chevron Phillips Chemical, Lyandellbasell* i *INEOS*. [1]

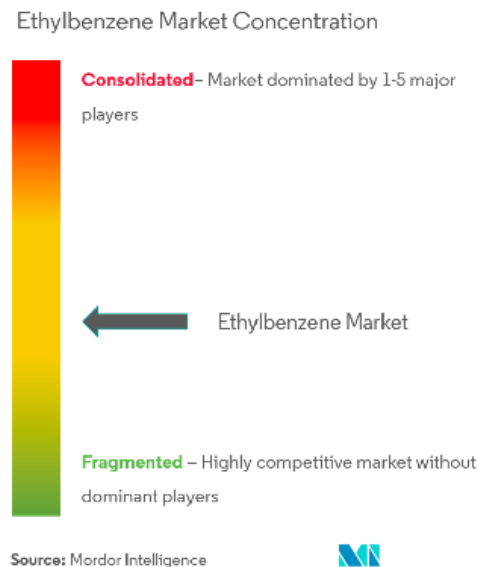


Figura 7.4: Grau de fragmentació del mercat d'etilbenzè. [1]

Totes son grans multinacionals i disposen de diverses plantes on produeixen diferents substancies químiques però cap està especialitzada en l'etilbenzè com a tal.

No s'ha pogut identificar cap planta d'aquestes empreses que produeixi etilbenzè a nivell nacional, pel que no es tindria gaire competència a nivell local. A més, el que sí hi ha a Espanya i a Catalunya son indústries productores d'estirè, que es recorda, és el principal ús i aplicació de l'etilbenzè. La ubicació per tant seria estratègica ja que estalviariem els costos de transport que les actuals indústries d'estirè tenen per obtenir la seva matèria primera.

7.2.2. Àcid carbònic.

L'àcid carbònic, és un àcid dèbil que es forma quan el diòxid de carboni es dissol en aigua. Aquest te diverses aplicacions a la indústria que s'anomenen a continuació:

- Begudes carbonatades: com bé indica el seu nom, l'àcid carbònic proporciona la sensació de bombolles i efervescència en les begudes carbonatades com podrien ser refrescos o aigua amb gas.

- Indústria alimentaria: aquest àcid també s'utilitza com a additiu per millorar la estabilitat dels aliments ajustant el seu pH. També es pot utilitzar com a agent de llevat per productes fornejats.
- Tractament d'aigües: de la mateixa manera que amb la indústria alimentaria, també ajuda a ajustar el pH del agua i reduir la seva alcalinitat. També es utilitza per eliminar carbonat de calci en canonades o equips mitjançant el procés de descalcificació
- Indústria química: També s'utilitza en diferents processos industrials i síntesis orgàniques, així com en la producció de carbonats i altres compostos químics.

El fet d'utilitzar-se àmpliament a la indústria alimentaria no fa preveure un creixement ni una davallada en els propers anys del sector. No obstant això, és una indústria molt estable ja que tracta amb qüestions bàsiques per al consum i la vida humana i per tant es considera que és un subproducte que té bona sortida i pot ser una font d'ingressos més a tenir en compte.

7.2.3. Preu de compra de reactius

En aquesta secció es procura fer un breu anàlisi per tal de raonar el preu de compra escollit de les matèries primes, es a dir, del benzè i del corrent d'etilè.

7.2.3.1. Benzè

Si bé el preu del benzè també s'ha vist afectat per la inflació, la disminució de la demanda per part de les indústries, degut en part als alts preus de la energia, han fet que l'inventari augmentés i per tant els seus preus baixessin considerablement, tot i que aquesta baixada s'ha vist contrarestada pel propi preu de l'energia. El preu va fluctuar molt al llarg del 2022 s'ha decidit agafar la del últim quadrimestre, que ja s'havia estabilitzat respecte el pic que va assolir el segon quadrimestre degut a l'inici de la guerra i l'augment del preu de la energia que el va fer enfilarse als 1329,98€/tona FOB a Hamburg, Alemanya. [3]

El preu de l'últim quadrimestre es va situar en 927,28 €/tona. [4] Tenint en compte que aquests preus són per benzè amb una puresa superior al 99,9% i el que ens arriba a

nosaltres és de 99,1% s'ha considerat oportú reduir aquest preu en un 10% resultant en un preu de compra de 834,18€/tona

7.2.3.2. Mescla d'etilè

Per tal de determinar el preu del corrent d'etilè, es fa un anàlisi de tots els costos associats a la separació d'aquestes substàncies no desitjades (metà i età) per determinar el preu per tona màxim que Ebsyn S.L. estaria disposat a pagar per aquest corrent d'etilè.

- Columna de destil·lació C-0201, el seu respectiu condensador CD-0201 i reboiler RB-0201, i el motor de cogeneració CO-0401: amb un cost total de 54,6 M €
- Els costos d'aquests equips més els associats per mètode VIAN: 242 M €
- Interessos sobre aquest capital prestat: 20,2M €
- Mà d'obra associada als equips: com es detallarà en el següent apartat, el mètode utilitzat per al càlcul de la mà d'obra és directament proporcional al nombre d'equips principals del procés. Tenint en compte que es compten 11 equips principals, surten 28 operaris de procés per torn i hi ha 6 torns, surten uns 15 operaris en plantilla per equip . Com el seu sou suposa a l'empresa un cost de 31.250€ anual incloent la seguretat social, la mà d'obra associada a aquestes equips és de 0,94 M d'€ l'any. Tenint en compte que la vida útil de la planta son 15 anys, la despesa total serà de 14,1 M €.

Per tant, el cost associat a aquest corrent és de 276,3 M € durant els 15 anys de funcionament de la planta.

Tenint en compte que es requereixen 23.580 kg/h i que només el 50% és etilè, el cabal necessari d'etilè és de 11.790 kg/h o el que és el mateix, 99.036 tones/any, si fos pur, el preu FOB per tona estaria sobre els 1.435 €/tona resultant en una hipotètica despesa anual en benzè de 142,12 M€/any que durant els 15 anys de vida útil de la planta suposarien 2.131,8 M €.

Sabent que el cabal de la mescla necessària son 198.072 tones/any i que durant els 15 anys seran un total de 2.971.080 tones. Amb el preu com a incògnita i sabent que el corrent suposa un cost extra a l'empresa de 276,3 M, es planteja la següent equació. [5]

$$2.971.080 \text{ tn mescla} \cdot X \frac{\text{€}}{\text{tn}} + 276.300.000 \text{ €} = 2.131.800.000 \text{ € etilè pur}$$

$$X = 624,95 \frac{\text{€}}{\text{tn}}$$

Obtenint un preu màxim de 624.52 €/tona. Tenint en compte que el corrent d'etilè és considerablement més gran en comparació al que seria l'etilè pur i que això afecta directament en la mida dels equips i conseqüentment en els seus preus i costos associats, s'ha considerat disminuir la xifra obtinguda en un 25%. Obtenint així un preu de compra d'etilè de 468,39 €/tona.

En canvi, el preu de la mescla d'etilè s'ha considerat X , un preu obtingut tenint en compte la puresa del mateix i en relació al preu del que seria un corrent pur. També s'ha considerat que aquest corrent és un corrent residual d'una indústria propera i per tant això repercuteix positivament en el preu de compra.

7.2.4. Anàlisi DAFO

Per finalitzar l'estudi de mercat realitzat s'ha considerat oportú realitzar un anàlisi DAFO, que no es més que una matriu que permet avaluar diferents aspectes, tant positius com negatius des d'un punt de vista intern, és a dir, a nivell d'empresa, i un punt de vista extern, més enfocat al mercat i al sector en si.

Taula 7.1: Anàlisi DAFO

	Anàlisi intern	Anàlisi extern
Aspectes negatius	<ul style="list-style-type: none"> - Inexperiència en el sector - Ús excessiu d'aigua - Inversió inicial elevada - Empresa desconeguda - Manipulació i emmagatzematge de grans quantitats de substàncies altament inflamables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cert domini del mercat per part de grans multinacionals - Competitivitat nacional
Aspectes positius	<ul style="list-style-type: none"> - Gran capacitat de producció - Empresa especialitzada en únic producte. - Possibilitat d'augmentar la producció. - Alt reaprofitament energètic - Poca dependència dels serveis subministrats. - Molt respectuós amb el medi ambient. - Obtenció de subproducte comercialitzable 	<ul style="list-style-type: none"> - Previsió de creixement del mercat d'etilbenzè. - Gran teixit industrial en les immediacions. <ul style="list-style-type: none"> - Proximitat al port i comunicacions terrestres.

Els punts principals a destacar son:

- La inexperiència en el sector: el fet de ser una empresa nova, que no té experiència i no pertany a cap grup empresarial pot dificultar una mica el creixement ja que alhora, hi ha grans multinacionals que poden tenir coberta part de la demanda mundial.
- Empresa respectuosa amb el medi ambient: gràcies al gran reaprofitament energètic però sobretot al tractament que es fa al CO2 permet no haver d'emetre grans quantitats a l'atmosfera i comercialitzar-lo com a subproducte. A part de permetre a l'empresa estalviar-se diners en termes de contaminació, aquest model d'empresa pot afavorir la seva acceptació per part tant de la societat com de les administracions, ja que es una qüestió que cada dia està més en el centre del debat i que es considera de vital

importància de cara al futur. Per tant a nivell de màrqueting també pot afavorir l'aparició de nous inversors que puguin fer créixer l'empresa.

- La ubicació de la planta: el fet de situar-se en un polígon industrial tan ampli com el de Tarragona, on hi ha un gran teixit industrial als voltants pot permetre tant la obtenció de matèria prima per part d'alguna d'aquestes empreses amb un baix cost de transport com facilitat alhora de comercialitzar el subproducte. Alhora, la proximitat amb el port facilita una possible importació de benzè o de serveis com l'oli tèrmic o el glicol i la exportació del etilbenzè a nivell internacional, punt que pot ser clau en el creixement de l'empresa

7.3. Càlcul d'equips

Per al càlcul d'equips s'utilitzaran aproximacions teòriques donat que no es disposen dels preus reals dels equips dissenyats. En aquest cas, com s'ha esmentat anteriorment s'utilitzarà el mètode de les correlacions (2007) i posteriorment els índexs CEPCI per tal d'actualitzar el valor dels equips a l'actualitat.

7.3.1 Mètode de Sinnott -Towler

Més conegut com a mètode de les correlacions, ens permet calcular un cost aproximat de diferents equips utilitzats a la indústria química segona la següent relació:

$$\text{Cost de l'equip} = a + b \cdot S^n$$

On:

- a, b i n són constants que es poden consultar a l'**Apèndix 7.10.2**.
- S és el paràmetre característic de l'equip.

No obstant això, el cost que ens proporciona aquest mètode de Sinnott-Towler ens proporciona el cost en dòlars nord-americans i en base a l'any 2007, és per això que hem d'actualitzar-lo de la següent manera.

7.3.2. Índex CEPCI

L'índex CEPCI, que vol dir Chemical Engineering Plan Cost Index, o també conegut com Índex CE, ens permet actualitzar el valor d'un equip o conjunt d'equips del qual tenim un valor anterior. A través d'aquests índexs, que tenen en compte els canvis en els costos i diferents condicions del mercat ens permet saber quin valor té l'equip actualment respecte el valor conegut d'un altre any seguint la relació proposada.

$$\text{Cost actual de l'equip} = \text{Cost de l'equip}_{\text{any } X} \cdot \frac{\text{CEPCI actual}}{\text{CEPCI, any } X}$$

En aquest cas, com el mètode de les correlacions és en base al 2007 i en USD, s'agafa el CE d'aquest any, que té un valor de 509,7 [21], i s'actualitza amb el CE més recent, que és el del 2022, amb un valor de 816. Tot seguit es passa a euros segons la conversió actual de la divisa, que a dia 5 de juny de 2023 el USD està a 0,93€.

7.3.3. Preus dels equips

A continuació i a mode de resum es classificarà per taules segons el tipus d'equip els preus de cadascun, obtinguts a partir del mètode de Sinnott i Towler. Degut a que aquest mètode té certes limitacions a nivell de tipus d'equips, hi han hagut alguns que s'han aproximat a equips que si contemplés el mètode, i hi han hagut d'altres que s'han hagut d'avaluar de forma independent mitjançant informació de possibles proveïdors. Aquests casos especials s'aniran esmentant a cada apartat si s'escau.

Tancs

En aquest apartat, a part de contemplar els tancs d'emmagatzematge amb sostre cònic, s'han inclòs els tancs pulmó així com el sedimentador i el tanc flaix.

Taula 7.2: Cost dels tancs.

Ítem	Material	Paràmetre de disseny	Valor paràmetre	Cost \$ 2007	Cost \$ 2022	Cost € 2022	Unitats	Cost total
T-0101/08	AISI 316L	Capacitat [m3]	516,63	115.978 €	185.674 €	172.677 €	8	1.381.412 €
T-0109/14	AISI 316L	Capacitat [m3]	948	174.783 €	279.817 €	260.230 €	6	1.561.380 €
TP-0103/04	AISI 316L	Capacitat [m3]	1500	239.095 €	382.777 €	355.983 €	2	711.965 €
TP-0101/03	AISI 316L	Capacitat [m3]	26,03	18.708 €	29.950 €	27.853 €	2	55.706 €
TP-0105	AISI 316L	Capacitat [m3]	36,24	22.281 €	35.670 €	33.173 €	1	33.173 €
TP-03	AISI 316L	Capacitat [m3]	942,72	174.120 €	278.757 €	259.244 €	3	777.731 €
S-0401	AISI 316L	Capacitat [m3]	12,25	13.087€	20.952€	19.485 €	1	19.485 €
TF-0201	AISI 316L	Volum [m3]	16,9	14.750 €	23.614 €	21.961 €	1	21.961 €
TC-0201	AISI 316L	Volum [m3]	51,61	27.133 €	43.438 €	40.398 €	1	40.398 €
TC-0202	AISI 316L	Volum [m3]	15,02	14.751 €	23.616 €	21.963 €	1	21.963 €
TP-0401	AISI 316L	Volum [m3]	7948,11	757.157 €	1.212.164 €	1.127.313 €	1	1.127.313 €

Bescanviadors de calor

Aquest apartat compren tots els bescanviadors de calor del procés, incloent tant els condensadors com els reboilers de les columnes de rectificació.

Taula 7.3: Cost dels bescanviadors de calor.

Ítem	Material	Paràmetre de disseny	Valor paràmetre	Cost \$ 2007	Cost \$ 2022	Cost € 2022	Unitats	Cost TOTAL
BC-0201	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	69,2	31.428 €	50.315 €	46.793 €	1	46.793 €
BC-0202	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	414,9	87.722 €	140.438 €	130.607 €	1	130.607 €
BC-0203	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	179,4	47.299 €	75.724 €	70.423 €	1	70.423 €
BC-0204	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	176,8	46.895 €	75.076 €	69.821 €	1	69.821 €
BC-0205	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	14,7	25.158 €	40.276 €	37.456 €	1	37.456 €
BC-0206	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	35,6	27.346 €	43.779 €	40.714 €	1	40.714 €
BC-0207	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	14,7	25.158 €	40.276 €	37.456 €	1	37.456 €
BC-0208	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	75,7	32.273 €	51.667 €	48.051 €	1	48.051 €
BC-0209	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	622,1	127.607 €	204.292 €	189.991 €	1	189.991 €
BC-0210	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	351,0,	76.135 €	121.887 €	113.355 €	1	113.355 €
BC-0211	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	556,0	114.541 €	183.374 €	170.538 €	1	170.538 €
BC-0212	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	429,1	90.348 €	144.642 €	134.517 €	1	134.517 €
BC-0213	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	154,3	43.445 €	69.552 €	64.683 €	1	64.683 €
BC-0214	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	432,8	165.181 €	264.446 €	245.935 €	1	245.935 €
BC-0215	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	805,1	28.503 €	45.632 €	42.438 €	1	42.438 €
BC-0401	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	6564,9	1.775.586 €	2.842.610 €	2.643.628 €	1	2.643.628 €
CD-0201	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	805,1	165.181 €	264.446 €	245.935 €	1	245.935 €
CD-0202	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	45,6	28.503 €	45.632 €	42.438 €	1	42.438 €
RB-0201	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	613,4	125.871 €	201.512 €	187.406 €	2	374.812 €
RB-0202	AISI 316L	Àrea de bescanvi [m2]	162,0	44.615 €	71.425 €	66.426 €	3	199.277 €

Bombes i compressors

En aquest apartat, es tenen en compte totes les bombes de la planta, compressors i l'expansor, un equip no contemplat al mètode i que s'ha avaluat de forma independent. CITAR

Taula 7.4: Cost dels equips de impulsió, expansió i compressió..

Ítem	Material	Paràmetre de disseny	Valor paràmetre	Cost \$ 2007	Cost \$ 2022	Cost € 2022	Unitats	Cost TOTAL
BM-101	AISI 316L	Cabal [L/s]	12,44	8.892 €	14.235 €	13.239 €	2	26.477 €
BM-201	AISI 316L	Cabal [L/s]	86,00	18.367 €	29.404 €	27.346 €	2	54.691 €
BM-202	AISI 316L	Cabal [L/s]	17,00	9.538 €	15.270 €	14.201 €	2	28.402 €
BM-203	AISI 316L	Cabal [L/s]	150,00	25.622 €	41.019 €	38.148 €	2	76.296 €
BM-204	AISI 316L	Cabal [L/s]	15,75,00	25.622 €	41.019 €	41.019 €	2	82.038 €
BM-401	AISI 316L	Cabal [L/s]	264,29	25.622 €	41.019 €	60.949 €	2	121.899 €
BM-205	AISI 316L	Cabal [L/s]	109,00	20.946 €	33.533 €	31.186 €	2	62.372 €
BM-206	AISI 316L	Cabal [L/s]	223,00	33.651 €	53.873 €	50.102 €	2	100.205 €
CP-201	AISI 316L	Potència [kW]	29377,00	8.546.005 €	13.681.657 €	12.723.941 €	2	25.447.881 €
CP-202	AISI 316L	Potència [kW]	6305,00	3.690.076 €	5.907.596 €	5.494.064 €	2	10.988.128 €
CP-203	AISI 316L	Potència [kW]	442,00	1.139.846 €	1.824.827 €	1.697.089 €	2	3.394.178 €
EX-201	AISI 316L	Potència [kW]	783,00	-	-	50.000 €	2	100.000 €
BM-207	AISI 316L	Cabal [L/s]	90,28	18.755 €	30.026 €	27.924 €	2	55.848 €
BM-208	AISI 316L	Cabal [L/s]	90,28	18.755 €	30.026 €	27.924 €	2	55.848 €
BM-209	AISI 316L	Cabal [L/s]	90,28	18.755 €	30.026 €	27.924 €	2	55.848 €
BM-701	AISI 316L	Cabal [L/s]	12,45	18.755 €	30.026 €	14.237 €	2	28.475 €
BM-702	AISI 316L	Cabal [L/s]	13,75	18.755 €	30.026 €	14.536 €	2	29.071 €
BM-210	AISI 316L	Cabal [L/s]	3,320	18.755 €	30.026 €	12.018 €	2	24.035 €

Reactors

En aquest apartat, es tenen en compte tots els reactors: el de alquilació, el de transequalquilació i el biològic, que tot i que no siguin reactors agitats i encamisats s'ha optat per aproximar-los tots a aquesta opció.

Taula 7.5: Cost dels reactors.

Ítem	Material	Paràmetre de disseny	Valor paràmetre	Cost \$ 2007	Cost \$ 2022	Cost € 2022	Unitats	Cost TOTAL
R-0401	AISI 316L	Volum [m3]	15,75	307.087 €	491.628 €	457.214 €	1	457.214 €
R-0201	AISI 316L	Volum [m3]	153,75	1.625.571 €	2.602.444 €	2.420.273 €	1	2.420.273 €
R-0202	AISI 316L	Volum [m3]	97,50	1.145.350 €	1.833.638 €	1.705.284 €	1	1.705.284 €

Columnes

En aquesta divisió s'engloben les columnes que hi ha tant a procés com a medi ambient, és a dir, les dues columnes de rectificació de procés i la d'absorció a l'àrea de medi ambient.

Taula 7.6: Cost de les columnes.

Ítem	Material	Paràmetre de disseny	Valor paràmetre	Cost \$ 2007	Cost \$ 2022	Cost € 2022	Unitats	Cost TOTAL
C-0201	AISI 316L	Massa de la carcassa [Kg], Plats [m]	16.064 6x45	512.010 €	819.699 €	762.320 €	1	762.320 €
C-0202	AISI 316L	Massa de la carcassa [Kg], Plats [m]	22.242 3x110	466.384 €	746.654 €	694.388 €	1	694.388 €
A-0401	AISI 316L	Massa carcassa [kg]	3,97	10.093 €	16.159 €	15.028 €	1	15.028 €

Calderes

En aquesta divisió es tenen en compte les calderes. No obstant això, les que té en compte el mètode de Sinnott i Towler són de producció de vapor, i el seu paràmetre de disseny es aquest cabal de vapor produït. Les utilitzades en el procés no son d'aquest tipus sinó que s'identifiquen més com un escalfador amb crema de combustible, per aquest motiu, s'ha decidit aproximar, per al càlcul del cost, a un motor d'explosió, que si es té present al mètode i te en compte els kW d'aquestes.

Taula 7.7: Cost de les calderes.

Ítem	Material	Paràmetre de disseny	Valor paràmetre	Cost \$ 2007	Cost \$ 2022	Cost € 2022	Unitats	Cost TOTAL
ST-0801/09	AISI 316L	Motor d'explosió [kW]	18.605	644.230 €	1.031.375 €	959.178 €	9	8.632.608 €
ST-0810	AISI 316L	Motor d'explosió [kW]	18.605	644.230 €	1.031.375 €	959.178 €	1	959.178 €

Altres equips

En aquest apartat es tenen en compte equips singulars que no han tingut cabuda en cap de les taules anteriors, com és el cas dels chillers i del motor de cogeneració, que s'ha avaluat de forma individual tenint en compte el preu del model escollit. [7]

Taula 7.8: Cost d'altres equips.

Ítem	Material	Paràmetre de disseny	Valor paràmetre	Cost \$ 2007	Cost \$ 2022	Cost € 2022	Unitats	Cost TOTAL
FR-0801/02	AISI 316L	Potència evaporador [kW]	66,2	€ 112.409	€ 179.961	167.363 €	2	334.727 €
CO-0401		-	-	-	-	57.500.000 €	1	53.475.000 €

Taula 7.9: Resum de costos per tipus d'equips.

Equips	Cost
Tancs	5.868.135 €
Bescanviadors	4.948.868 €
Bombes i compressors	40.705.213 €
Reactors	4.582.771 €
Columnnes	1.471.736 €
Calderes	9.591.787 €
Altres	53.809.727 €
TOTAL	119.631.821 €

La suma total dels costos d'equips ascendeix a 119,6 M d'€.

7.4. Inversió inicial

Per dur a terme aquest projecte i donar-li estabilitat, és fonamental que hi hagi una forta inversió al darrere, i no només per adquirir els equips anomenats anteriorment o construir la planta en si, sinó per la compra de matèries primeres, el pagament de sous, manteniment i altres despeses i inversions que es tractaran d'analitzar amb detall a continuació.

7.4.1. Capital Immobilitzat

El capital immobilitzat és tracta del capital necessari per poder construir la planta de producció i els equips que la integren. És un capital que no es recupera i que s'anirà amortitzant al llarg dels anys. Al tractar-se del capital més gran d'un projecte acostuma a demanar-se a entitats prestamistes o inversors, els quals requeriran alguns interessos.

Per estimar aquest capital immobilitzat s'utilitza el mètode de VIAN [8], que no és més que una aproximació que es fa envers els costos associats a la maquinaria i aparells de la planta, tenint en compte, entre d'altres, la instal·lació de l'aparell, canonades i aïllaments.

A la Taula 7.10 és pot observar el llistat de costos associats a la maquinaria i el rang de proporció que se li pot donar, ja que això va a criteri de l'avaluador.

Taula 7.10: Mètode de VIAN per al Capital Immobilitzat

Inversió	Definició	Rang d'equacions
I1	Maquinaria i aparells	X
I2	Costos d'instal·lació	Entre 0,35X y 0,5X
I3	Canonades i vàlvules	0,6X
I4	Instrumentació de mesures i control	Entre 0,5X y 0,3X
I5	Aïllaments calorífics	Entre 0,03X y 0,1X
I6	Instal·lació elèctrica	Entre 0,1X y 0,2X
I7	Terrenys i edificis	Terrenys: valoració concreta Edificacions: Entre 0,2X y 0,3X (interiors), Entre 0,12X y 0,15X (mixta) i 0,05X (exteriors)
I8	Instal·lacions auxiliars	Entre 0,1X y 0,2X

Y	Capital físic o primari	Sumatori de I1 a I8
I9	Honoraris del projecte i direcció de muntatge	Entre 0,2 Y y 0,3 Y
Z	Capital secundari o directe	Y+I9
I10	Contracte d'obres	Entre 0,04Z y 0,1Z
I11	Despeses imprevistos	Entre 0,1Z y 0,3Z
SUMA TOTAL		Z+I10+I11

On I1 representa la suma total del cost de tots els aparells i maquinaria de les que es disposa a la planta.

En aquest cas, per al projecte TARREB23, Ebsyn S.L. ha decidit agafar en tots els casos el valor entremig de cada cas, exceptuant la inversió I7, que consta de dos apartats que s'analitzen a continuació.

- El primer dels apartats té en compte els terrenys associats, que és una qüestió molt variable en funció del país o la regió en la que es localitzi la planta. Aquesta qüestió s'estudiarà amb més profunditat al següent punt però ja s'avança que els costos dels terrenys suposaran un cost aproximat de 13.574.925 €.
- El segon dels apartats té en compte la edificació i si aquesta és interior, exterior o mixta i dona uns rangs en funció del tipus d'infraestructures. En aquest cas s'ha optat per escollir el límit inferior de la edificació mixta, ja que tot i tenir edificis interiors com la zona de procés, part de medi ambient o oficines, la gran part del terreny serà exterior; la zona d'emmagatzematge, aparcament, o el mateix carrer que connecta les diferents zones de la planta.

Per tant, aplicant les proporcions escollides i el preu calculat del terreny, queda:

Taula 7.11: Equacions escollides i costos pel mètode VIAN

Inversió	Definició	Equació escollida	Cost [M€]
I1	Maquinaria i aparells	X	119.602.436 €
I2	Costos d'instal·lació	0,425X	50.831.035 €
I3	Canonades i vàlvules	0,6X	71.761.462 €
I4	Instrumentació de mesures i control	0,4X	47.840.975 €
I5	Aïllaments calorífics	0,065X	7.774.158 €

I6	Instal·lació elèctrica	0,15X	17.940.365 €
I7	Terrenys i edificis	Terrenys: valoració concreta Edificacions: 0,12X	Terrenys: 13.574.925 Edificacions: 14.352.292 €
I8	Instal·lacions auxiliars	0,15X	17.940.365 €
Y	Capital físic o primari	$\sum_1^8 I_i$	361.618.015 €
I9	Honoraris del projecte i direcció de muntatge	0,25Y	90.404.504 €
Z	Capital secundari o directe	Y+I9	452.022.519 €
I10	Contracte d'obres	0,07Z	31.641.576 €
I11	Despeses imprevistos	0,15Z	67.803.378 €
SUMA TOTAL		Z+I10+I11	551.467.473 €

Obtenint així un Capital Immobilitzat aproximat de 551,5 M d'€.

7.4.1.1. Cost de la parcel·la

La compra dels terrenys és una inversió inicial de considerable magnitud, sobretot quan es treballa amb parcel·les d'aquestes característiques. Com s'ha comentat abans, aquest cost dependrà de la ubicació de la mateixa i el preu del sòl en aquella zona. Aquesta parcel·la es troba ubicada al polígon industrial 'gasos nobles', situat al municipi de La Canonja, Tarragona. Al ser una localitat propera a la ciutat i al port, fa que el preu per metre quadrat sigui bastant més car respecte altres opcions més allunyades de la ciutat on el preu cau fins i tot per sota dels 60€/m². No obstant això, s'ha optat per executar la primera opció degut al salt qualitatiu a nivell de comunicació que s'obté a La Canonja. Per tant es pagarà un preu pel sol de 255€/m².

Tenint en compte que la parcel·la és de 53.235m², s'obté un cost total de:

$$\text{Cost del terreny} = \text{Àrea}_{\text{parcel·la}} \cdot \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 53.325\text{m}^2 \cdot \frac{255\text{€}}{\text{m}^2} = 13.574.925 \text{ €}$$

Obtenint així uns costos del terreny de 13.574.925 €. Cal recordar que aquest preu és un preu orientatiu pel maig de 2023 i és susceptible a canvis en funció de la oferta i la demanda, possibles infraestructures i serveis disponibles en un futur així com noves regulacions que puguin haver-hi.

7.4.2. Capital Circulant

Després del capital immobilitzat es podria considerar el Capital circulant com la inversió més important, i no només per la seva quantia, sinó per la aplicació que té. Es tracta del capital necessari per posar en funcionament la planta, destinat majoritàriament a la compra de matèries primes i el cobrament de sous. És un capital líquid, el qual la empresa tindrà accés en tot moment i que estarà en constant circulació durant tots els anys d'exploració de la planta, garantint així el correcte funcionament d'aquesta. Un cop finalitzi la seva vida útil, aquest capital és recuperat, tot i que es tracta d'una inversió inicial no amortitzable.

Per a realitzar una estimació d'aquest capital s'ha decidit seguir el mètode global, que estableix una relació directa amb el capital immobilitzant, afirmant que el circulant representa entre un 10 i un 30% del immobilitzat.

En aquest cas s'ha decidit fixar un valor del 15%, ja que es considera que el preu del motor de cogeneració infla massa el capital immobilitzat i per tant agafar un percentatge major no seria representatiu. Per tant, el capital circulant representarà un 15% del capital immobilitzat calculat anteriorment.

El valor de la inversió circulant serà doncs de:

$$C_c = 0,15 \cdot C_I = 0,15 \cdot 551,5M = 82,7M€$$

7.5. Costos de producció

Un cop la planta està construïda i en funcionament, hi ha una sèrie de despeses que s'han d'assumir periòdicament, ja siguin de manteniment, administratives, compra de matèries primes, etc. Aquestes despeses es dividiran en dos blocs; costos de fabricació i costos generals.

7.5.1. Costos de fabricació

En aquest apartat es tenen en compte tots aquells costos relacionats directa o indirectament amb el procés de producció i les necessitats que aquest pugui tenir. Així com el cost de matèries primeres, mà d'obra, serveis o altres costos que s'analitzaran més endavant. Aquests costos es calcularan en base a un any natural i utilitzant el mètode de VIAN per a costos de fabricació [8]:

Taula 7.12: Mètode de VIAN per a costos de fabricació

1	2	3	4	5
Partidas	Se estiman per se	Se estiman con relación a	Expresiones extremas	Expresión media ponderada
M1	×		—	M1
M2	×		—	M2
M3	×		—	M3
M4		M2	0.12(M2) a 0.45(M2)	0.18(M2)
M5	×		—	M5
M6		I	0.002(I) a 0.015(I)	0.01(I)
M7		I	0.02(I) a 0.10(I)	0.06(I)
M8		M2	0.05(M2) a 0.35(M2)	0.20(M2)
M9	×		—	M9
M10	×		—	M10
M11		M2	0.10(M2) a 0.40(M2)	0.20(M2)
M12		I	—	0.10(I)
M13	×		—	M13
M14		I	—	0.00(I)
M15		I	—	0.01(I)

Estimación media: $M = (M1) + (M3) + (M5) + (M9) + (M10) + (M13) + 0.195(I) + 1.58(M2)$

On:

- **M1** son matèries primeres
- **M2** és la mà d'obra directa
- **M3** són les patents
- **M4** és la mà d'obra indirecte
- **M5** són els serveis
- **M6** són els subministraments
- **M7** són reparacions i manteniments
- **M8** és el laboratori de control de qualitat
- **M9** és l'embalatge
- **M10** és el transport
- **M11** és la direcció i tècnics
- **M12** és l'amortització
- **M13** són els lloguers
- **M14** són els impostos

- **M15** són les assegurances

A la Taula 7.12 es pot observar com algunes d'aquestes partides s'han de calcular de forma independent i d'altres que es poden estimar en relació a aquestes mateixes. Tot seguit es procedirà a la seva estimació. Remarcar abans que degut al ampli marge, i consegüentment a la imprecisió, que la estimació de la mà d'obra indirecte (M4) i la de direcció i tècnics (M11) respecte la directa (M2) suposa, s'ha decidit analitzar-la també de forma independent fent un llistat de càrrecs, personal i els seus respectius sous, tot, de forma conjunta.

7.5.1.1. Matèries primes

En els costos de les matèries primes s'engloba el preu de les substàncies, en el cas de la planta d'Ebsyn S.L., benzè i la mescla d'etilè amb metà i età, i els seus corresponents transports. Cal recordar que la mescla d'etilè arriba per canonada i per tant el cost de transport d'aquesta matèria prima és nul. En canvi, El benzè, s'obté de plantes petroquímiques situades també al municipi de la canonja, com per exemple la de Dow Chemical, i per tant, el transport d'aquest, que es farà per carretera, tot i que amb possibilitat futura d'implantar una canonada per estalviar aquests costos.

Taula 7.13: Compra de matèries primes.

Matèria	€/tona	tona/any	€/any
Benzè	834,18	328.562	274.079.849,16 €
Corrent etilè	468,39	198.072	92.774.944,08 €
TOTAL			366.854.793,24 €

En total, s'obté una suma de 366,9M € anuals en concepte de compra de matèries primes.

7.5.1.2. Mà d'obra

En aquest cas, al ser un procés en continu, és un procés més estable i es pot automatitzar més que un en discontinu. No obstant això, al ser continu necessita de mà d'obra les 24 hores del dia els 7 dies a la setmana, dividit en 3 torns de 8h. El numero d'empleats directes el podem determinar de la següent manera [9]

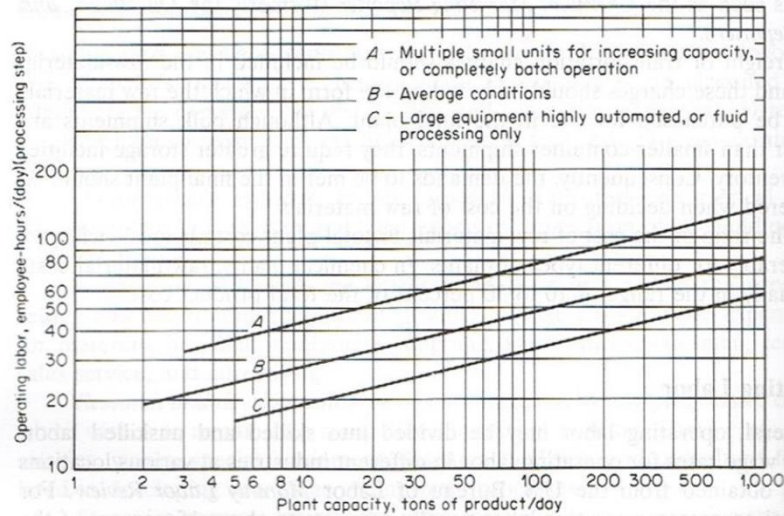


Figura 7.5 Hores de treball requerides per unitat de procés i producció diària

En el cas que pertoca, un procés continu i automatitzat és segueix la línia C, i com les tones de producte al dia superen lleugerament els límits del gràfic s'aproximarà a 1000; obtenint unes 60 h treballades per dia i unitat de procés.

Si es tenen en compte com a unitats principals del procés: els tancs d'emmagatzematge (com a únic element), el reactor principal, el tanc flash, les dues columnes, els bescanviadors (com a únic element) el reactor de trans-alquilació, les calderes (com a únic element), l'absorbidor, el motor de cogeneració i els chillers (com a únic element) s'obtenen un total de 11 unitats de procés.

$$60 = \frac{\text{hores treballades}}{\text{dia} \cdot \text{unitat de procés}} \rightarrow 60 \cdot 11 \text{ unitats de procés} = \frac{\text{hores treballades}}{\text{dia}} \rightarrow$$

i

$$660 = \frac{\text{hores treballades}}{\text{dia}} \rightarrow 220 = \frac{8 \text{ hores treballades}}{\text{torn}} \rightarrow n \text{ de treballadors} = \frac{220}{8} = 27,5 \text{ treballadors} \approx 28 \text{ treballadors}$$

Obtenint així un numero total de 28 treballadors per torn. Per tal de cobrir el període de vacances, dies de festa i imprevistos, s'ha decidit tenir 6 torns en plantilla, pel que el número d'operaris de procés ascendeix fins a 168 persones.

A més dels operaris de procés, en la següent taula es mostren la resta de càrrecs que hi ha dins l'empresa i el seu respectiu sou anual. També cal tenir en compte la contribució a la seguretat social, que s'aproximarà al 25% del sou anual brut del treballador.

Taula 7.14: Distribució de càrrecs, numero de personal i cost per a la empresa.

DEPARTAMENT	CÀRREG	PERSONAL	SOU ANUAL BRUT [€/any]	S.S. [€/any]	COST [€/any]
DIRECCIÓ	Director general	1	100.000 €	25.000 €	125.000 €
	Secretari de gerència	1	50.000 €	12.500 €	62.500 €
DEPARTAMENT DE PRODUCCIÓ I MANTENIMENT	Director tècnic	1	70.000 €	17.500 €	87.500 €
	Secretari de direcció tècnica	1	35.000 €	8.750 €	43.750 €
	Encarregat del torn	3	35.000 €	8.750 €	131.250 €
	Operaris de producció	168	25.000 €	6.250 €	5.250.000 €
	Cap de manteniment	1	35.000 €	8.750 €	43.750 €
	Operaris de manteniment	6	25.000 €	6.250 €	187.500 €
	Cap d'emmagatzematge	1	30.000 €	7.500 €	37.500 €
DEPARTAMENT D'ENGINYERIA	Director departament d'enginyeria	1	50.000 €	12.500 €	62.500 €
	Enginyers de processos	3	30.000 €	7.500 €	112.500 €
	Enginyers de planta	2	30.000 €	7.500 €	75.000 €
	Enginyer de control	2	30.000 €	7.500 €	75.000 €
DEPARTAMENT COMERCIAL I MARKETING	Director comercial	1	50.000 €	12.500 €	62.500 €
	Comercials	3	30.000 €	7.500 €	112.500 €
	Cap de màrqueting	1	40.000 €	10.000 €	50.000 €
	Personal de màrqueting	1	30.000 €	7.500 €	37.500 €
DEPARTAMENT DE QUALITAT I SEGURETAT	Director de garantia de qualitat	1	45.000 €	11.250 €	56.250 €
	Cap de departament d'I+D	1	45.000 €	11.250 €	56.250 €
	Tècnics de qualitat	2	30.000 €	7.500 €	75.000 €
	Tècnics departament I+D	1	40.000 €	10.000 €	50.000 €
	Cap de departament d'HSE	1	40.000 €	10.000 €	50.000 €
	Tècnic d'HSE	1	30.000 €	7.500 €	37.500 €
	Responsable de medi ambient	1	30.000 €	7.500 €	37.500 €
	Responsable de control de qualitat	2	30.000 €	7.500 €	75.000 €
DEPARTAMENT DE EMMAGATZEMATGE I LOGÍSTICA	Cap departament de logística	1	30.000 €	7.500 €	37.500 €
	Tècnic logística	1	30.000 €	7.500 €	37.500 €
	Tècnic logístic de transport	1	30.000 €	7.500 €	37.500 €

	Responsable de magatzem i expedicions	1	30.000 €	7.500 €	37.500 €
	Planificador de producció	2	30.000 €	7.500 €	75.000 €
DEPARTAMENT DE SERVEI AL CLIENT	Director de servei al client	1	35.000 €	8.750 €	43.750 €
	Operaris de servei al client	2	30.000 €	7.500 €	75.000 €
DEPARTAMENT DE RECURSOS HUMANS	Director de recursos humans	1	40.000 €	10.000 €	50.000 €
	Tècnic de recursos humans	1	30.000 €	7.500 €	37.500 €
DEPARTAMENT IT	Responsable tècnic d'informàtica	1	35.000 €	8.750 €	43.750 €
DEPARTAMENT FINANCER	Director de finances	1	50.000 €	12.500 €	62.500 €
	Comptables	2	35.000 €	8.750 €	87.500 €
DEPARTAMENT DE NETEJA	Cap de neteja	1	25.000 €	6.250 €	31.250 €
	Operaris de neteja	6	20.000 €	5.000 €	150.000 €
COST TOTAL DE MÀ D'OBRA		211		358.750 €	7.800.000 €

Resultant la despesa anual en mà d'obra aproximada d'uns 7,8M€

7.5.1.3. Patents

Tot i que el cost de patents varia en funció del tipus de cessió i normalment ronda entre l'1 i el 5% de les vendes, s'ha considerat que en aquest cas particular no seria necessari pagar cap patent. Això es degut a que la patent data del 18 de Novembre del 1997, i per tant ja esta alliberada, ja que la validesa d'aquesta és de només 20 anys.

No obstant això, si en un futur hi haguessin noves tecnologies o innovacions en el procés i es volgués acollir-se a elles sí que s'haurà d'obtenir una llicència o permís amb els titulars de la patent amb qui s'establiria un acord comercial i per tant si que existarien costos associats a patents.

7.5.1.4. Serveis

Per un correcte funcionament de la planta, més enllà de les matèries primes i els equips, és necessiten una sèrie de serveis com per exemple gas natural [11], llum [12], aigua [10], etc. A continuació es veuen reflectits aquests serveis amb el consum anual de la planta i el cost per unitat que suposen.

Tot i ser energèticament independent, la planta compta amb les instal·lacions necessàries per que en cas de fallada del procés, poder fer front a un pic d'energia o

per la posada en marxa de la planta. És per això que tot i no fer-ne ús o no necessitar aquesta demanda, es paga una quota anual a la companyia proveïdora.

Pel que fa l'oli tèrmic [13] i l'aigua glicolada [20] son circuits tancats i per tant no requereixen un subministrament anual. Tot i així, aquests circuits es renoven cada dos anys i per tant cal tenir-los en compte en els serveis

Taula 7.15: Serveis necessaris per a la planta i cost anual.

Servei	Preu	Unitat	Necessitat	Unitat	Cost anual (€/any)
Gas Natural	0,042	€/kWh	-	kWh/any	20.000€
Aigua	1,828	€/m ³	1.928.966	m ³ /any	3.526.149€
Electricitat	0,136	€/kW	-	kW/any	10.000€
Glicol	8	€/L	54.272	L/dos anys	434.176 €
Oli tèrmic	23,7	€/L	200.000	L/dos anys	4.740.000€
TOTAL (sense renovació)					3.556.209 €
TOTAL (amb renovació)					9.381.589€

Pel que els costos derivats dels serveis aniran alternant en funció de si es renova o no els fluids refrigerants. Els anys que no es faci, aquest cost ascendeix al voltant de 3,5M d'€ anuals. El any que es faci aquesta renovació de fluids el cost serà de 9,4M d'€.

7.5.1.5. Subministrament

Les adquisicions necessàries per a la producció tals com eines de manteniment, EPIs, lubricants, etc. També suposen un cost anual que es pot estimar de forma genèrica entre un 0,2 i un 1,5%,.

En aquest cas s'ha optat per agafar un valor entremig i per tant representarà un 0,75% del capital immobilitzat, resultant en aproximadament 4,1 M d'€.

7.5.1.6. Reparacions i manteniment

El cost de reparacions i manteniment va també referenciat al capital immobilitzat però aquesta relació va en funció de les condicions del procés, pel que indirectament també depenen del tipus de sector en el que es treballi: sector farmacèutic o alimentari, metal·lúrgic, etc. En aquest cas, el de la indústria química general, aquest percentatge esta envers el 5 i el 7%.

Com aquests costos inclouen les despeses en la renovació de fluids refrigerants i aquest cost ja s'ha tingut en compte per separat en l'apartat de subministrament, s'ha decidit per agafar un percentatge inferior al proposat per Vian. Tot i així, s'ha considerat que aquest percentatge si que inclou la renovació de les zeolites, que majoritàriament es regeneren a la planta, i del nitrogen que s'utilitza per la intertització d'equips de forma anual abans de la posada en marxa. Per això s'ha optat per agafar un valor del 3%, representant així un cost en reparacions i manteniment anual aproximat de 16,5M€.

No obstant això, aquesta despesa es començarà a comptar a partir del tercer any ja que es considera que els primers anys de vida útil de la maquinària aquest servei serà mínimament necessari.

7.5.1.7. Laboratori de control i qualitat

El control abans de la comercialització i ús de l'etilbenzè és de vital importància. Per tant una despesa important anirà dedicada als laboratoris de control i qualitat per tal de fer anàlisis de composicions i verificar la seva puresa i/o la presència de contaminants, probes tant fisicoquímiques com de seguretat com per exemple: la densitat, la inflamabilitat, toxicitat, etc.

Tot i que pot variar entre el 5 i el 35% de la mà d'obra directa, a falta de dades que permetin ser més precisos s'agafa el valor mitjà del 20%, suposant així un cost de 1,4 M d'€.

7.5.1.8. Embalatge

Aquí s'hauria de tenir en compte el material; ja siguin envasos i recipients, etiquetatge i marcatge, etc. i la mà d'obra per embalatge, però l'etilbenzè, que és l'únic producte del procés es comercialitza directament a granel en camions cisterna i per tant no es necessari tenir en compte aquests costos.

Pel que fa l'àcid carbònic tampoc es te en compte cap cost associat a embalatge ja que es ven per canonada a una indústria propera. Si no fos el cas i en vengués en llots, al tractar-se d'un àcid, s'haurien de tenir en compte uns costos associats al envasatge del 20% respecte el seu preu de venda.

7.5.1.9. Transport

La despesa en transport és un cost difícil de estimar ja que depèn de la distància que s'hagi de recórrer, el medi de transport, la inestabilitat dels preus del combustible entre d'altres. No obstant això, cal recordar que el corrent d'etilè arriba per canonada i per tant la despesa en transport referida a aquesta matèria prima és nul·la. Pel que fa el benzè, que si que arriba en camions cisterna, dependrà d'on estigui situat el proveïdor. Donat que el municipi de La Canonja és un municipi amb un ampli teixit industrial, inclòs un complex petroquímic que podria proporcionar aquesta matèria prima, reduint així els costos de transport.

Pel que fa el transport de producte, tot dependrà del medi de transport en el que es dugui a terme, en cas que sigui per via terrestre anirà a càrrec del client. Si es mitjançant transport marítim, com el preu de venda es un preu FOB i per tant inclou el transport fins al port, si que aniria a càrrec d'Ebsyn S.L. Tenint en compte però, la proximitat del municipi de La Canonja amb el port de Tarragona, aquesta despesa es veu relativament afavorida.

Per tot el que s'ha discutit anteriorment s'ha optat per aproximar els costos de transport a un 10% de la mà d'obra. Resultant en uns 1,4 M €.

7.5.1.10. Lloguers

Aquesta despesa és nul·la ja que la parcel·la esta en propietat i per tant hi ha un únic pagament a l'inici del projecte i que s'espera recuperar al final de la vida útil de la planta com a valor residual.

7.5.1.11. Impostos

Aquests no fan referencia als impostos sobre beneficis sinó a impostos associats als residus generats o impostos mediambientals entre altres, també inclouen impostos locals tals com l'IBI.

Aquests impostos solen representar entre el 0,5 i l'1% del capital immobilitzat però degut al fort compromís d'Ebsyn S.L. amb el medi ambient i totes les mesures que es prenen per l'aprofitament energètic amb el motor de cogeneració i l'absorció de CO₂ per evitar l'emissió a l'atmosfera s'aproximarà a 0,15%, resultant una despesa en impostos de 827.201€.

7.5.1.12 Amortitzacions

Per tal d'amortitzar els bens adquirits amb el capital immobilitzat, s'ha optat per l'única opció legal a Espanya que és l'amortització lineal [14]. El període màxim permès per amortitzar aquestes instal·lacions i equips és de 20 anys, però com la vida útil de la planta són 15, s'amortitzarà en aquest temps. Aquesta amortització lineal, com bé indica el seu nom es tracta d'uns costos constants al llarg dels quinze anys de vida útil de la planta segons l'equació que es descriu a continuació:

$$A_n = \frac{(V_0 - R)}{t}$$

On:

- A_n = Quota d'amortització l'any n
- t = temps de vida útil de l'actiu
- V_0 = Valor de compra de l'actiu
- R = Valor residual

S'ha optat per considerar que el valor residual dels equips i associats és del 10% respecte el seu valor inicial, el que suposarà un ingrés de 41 M € al final de la vida útil de la planta.

Obtenint doncs un cost anual en concepte d'amortització d'equips de 33,1M€ milions d'euros, que ara no es tindran en compte en el càlcul dels costos de fabricació i que s'aplicarà posteriorment quan s'avaluïn els fluxos nets de caixa anuals de la planta.

7.5.1.13. Assegurances

La despesa en assegurances és un cost que pot variar en funció del tipus d'indústria que es tracti ja que pot cobrir: incendis, responsabilitat civil, robatoris, etc. S'estima com un 1% del capital immobilitzat però tenint en compte que en la planta d'Ebsyn S.L. es treballa amb substàncies altament inflamables, s'ha considerat oportú estimar-ho com el 1,5% del capital immobilitzat, resultant en una despesa de 8,27M€ anuals.

7.5.2. Costos generals

Per altra banda es tenen els costos generals que es podrien associar a aspectes més administratius com despeses comercials o financeres i també en el

camp de la investigació o serveis tècnics, que també s'ha seguit el mètode de VIAN per a costos generals [8].

Taula 7.16: Distribució de càrrecs, numero de personal i cost per a la empresa.

1	2	3	4
Partidas	Se estiman con relación a	Expresiones extremas	Expresión media ponderada
G1	M	0.05M a 0.20M	0.10M
G2	M	0.03M a 0.06M	0.05M
G3	P	—	0.08P
G4	M	0.00 a 0.05M	0.05M
Estimación media: $G = 0.20M + 0.08P$			

On:

- **G1** són les despeses comercials.
- **G2** són les despeses administratives.
- **G3** són les despeses financeres.
- **G4** és la investigació i els serveis tècnics.

7.5.2.1. Despeses comercials

Les despeses comercials dependran de la publicitat que se li vulgui donar a la marca en cas de voler atreure clients i seguir creixent i expandint-se. Aquestes despeses consistirien bàsicament en la pròpia publicitat, fires, possibles comissions, etc. Donat que Ebsyn S.L. té una producció limitada (tot i que amb marge per una ampliació futura) i té coberta la compra del que produeix, no hi ha necessitat de destinar grans quantitats de diners en promocionar-se, es per això que s'estimarà a la baixa, considerant només un 5% de dels costos de fabricació i resultant per tant, en un cost anual de 18,2 M d'€ en despeses comercials

Tot i això, no es descarta ampliar el capital destinat a publicitat en un futur amb intenció de rendibilitzar aquestes despeses comercials en forma de nous clients que permetin seguir creixent.

7.5.2.2. Despeses administratives

Les despeses administratives es consideren despeses ja avaluades dins l'apartat de mà d'obra, on s'han tingut en compte els diferents treballadors, tant administratius com comptables i els seus respectius sous. La suma total del cost d'aquest departament és de 400.000€

7.5.2.3. Despeses financeres

Per tal de dur a terme un projecte d'aquestes característiques en el que es necessita una inversió de capital tan elevada, s'ha de demanar un préstec, ja sigui a un banc o a un grup de prestamistes per tal de poder iniciar-lo.

Aquest capital s'haurà de retornar amb una sèrie d'interessos que es pactaran amb el prestamista, als que a més, se'ls haurà d'afegir la gestió d'aquests cobraments.

En aquest cas, és fixarà un TAE en funció de la mitjana dels últims anys. El TAE, que inclou interessos i comissions, per a societats no financeres ha tingut una mitjana els últims 5 anys de 8,62% [15]. A això se li ha d'incloure una comissió d'apertura de entre el 0,25 i el 1%.

Si s'escull una comissió d'apertura de 0,5% el total a retornar al banc pels 634,1M € prestats és de 691,9M d'€, és a dir 57,7M€ entre interessos i comissions. Aquesta devolució es farà en un termini de 10 anys.

7.5.2.4. Investigació i serveis tècnics

Aquesta es una despesa associada al servei pre i post venda per assessorar tant als clients com a possibles compradors sobre l'etilbenzè i l'àcid carbònic, les seves aplicacions i qüestions que hagin de tenir en compte. També s'inclouen les despeses associades a la recerca i desenvolupament (R+D) i les activitats de innovació tecnològica (IT), que tenen associades unes deduccions fiscals per incentivar la pròpia activitat.

Aquests costos s'han estimat com l'1,5% de la fabricació, resultant en 5,4M€

S'obtenen llavors uns costos generals el primer any de 32,7M d'€.

Del segon al novè any els costos generals son de 29,5M d'€.

Del desè al quinzè any els costos generals son de 24 M d'€.

7.6. Ingressos

No tot son despeses i costos, la principal font d'ingressos, és la comercialització del producte principal, l'etilbenzè. No obstant això, la venda de l'àcid

carbònic com a subproducte i la venda d'excedent d'energia també son ingressos a tenir en compte en el balanç monetari.

A continuació es mostra una taula amb els preus de cada substància, la quantitat produïda i venuda i els ingressos que generen per a l'empresa. Més endavant es discuteixen els preus de venda dels productes comercialitzats.

Taula 7.17: Fonts i imports dels ingressos

Substància	Preu	Unitats	Producció	Unitats	Ingressos (€)
Etilbenzè	1233,3	€/tona	359.073,12	tones/any	443.078.276 €
Àcid Carbònic	27	€/tona	2.323.339	tones/any	64.501.920 €
Excedent energia elèctrica	0,06	€/kWh	310.066.410	kWh/any	18.603.984,64 €
INGRESOS TOTALS					526.184.181, €

Per tal de determinar l'excedent d'energia que es pot vendre a la xarxa s'ha fet un balanç entre la potència generada pel motor de cogeneració i la consumida, que és principalment la que consumeixen les bombes, els compressors, l'expansor i l'edifici d'oficines.

El consum dels equips, prèviament calculat és de 36.912,67 kW

Pel que fa les oficines es fa una aproximació considerant un consum de 100W/m² i planta [16]. Com la oficina consta de 3 plantes, 2 d'oficines i una de laboratori i cadascuna d'elles té una superfície de 10.000m², en total 30.000 m² s'obté una potència aproximada de 3000 kW

Per tant, com el motor de cogeneració genera 74.153,3 kW, un cop cobertes les necessitats d'equips i oficines queda un excedent de 34.240,63 kW. Per obtenir l'energia elèctrica generada diàriament ho multipliquem per 24h i després pels 350 dies anuals que opera la planta. Obtenint una energia generada a l'any de 310.066.410 kWh. Tenint en compte que aquesta energia excedent es ven a la xarxa per 0,06€/kWh, suposen uns ingressos de 15.686.444 €.

7.6.1 Preu de venda de l'etilbenzè

El preu de l'etilbenzè s'ha vist afectat per la disponibilitat de matèries primes i el cost tant de les mateixes com de l'energia. La pandèmia de la COVID-19 i la invasió

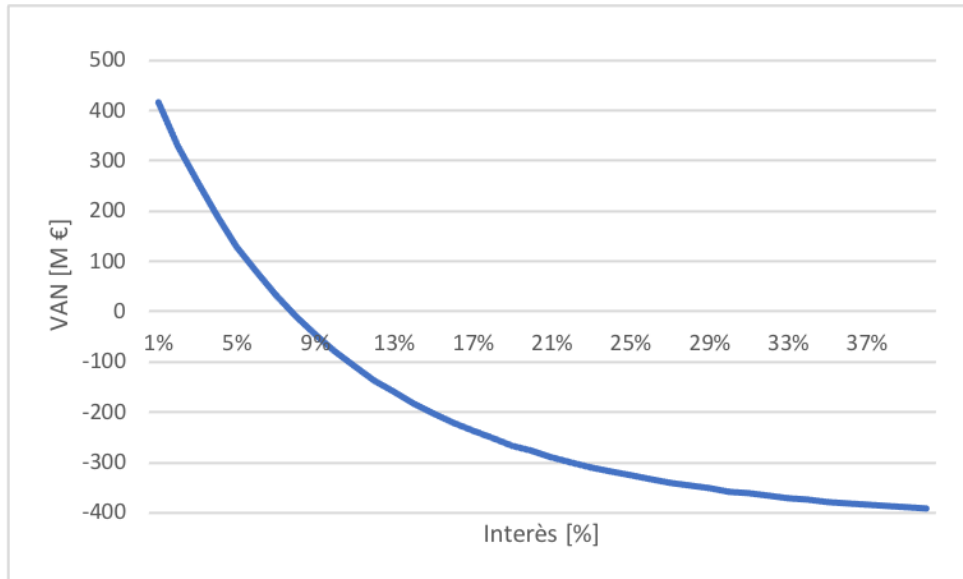
d'Ucraïna ha jugat un paper important en aquests increments i això es veu reflectit directament en el preu de venda.

Si bé el Març del 2018 el seu preu d'exportació (FOB) a Alemanya era d'aproximadament 839,52€/tona [17], un cop superada la pandèmia i començada la guerra, el Març del 2022, el seu preu es va enfilars fins als 1073€/tona. No obstant això, s'estima que els efectes posteriors a la guerra i l'encariment de l'energia hagin pogut fer créixer aquest al voltant d'un 15%, preu que pujaria fins els 1233,95€/tona, i per tant serà el preu al que es comercialitzarà l'etilbenzè a la planta.

7.6.2 Preu de venda de l'àcid carbònic.

El preu de venda de l'àcid carbònic ha estat difícil de determinar ja que no hi ha gaires dades al respecte i molt menys amb la puresa que s'obté a Ebsyn S.L., que és del 17%. De forma general no es comercialitza àcid carbònic pur degut a la seva naturalesa inestable sinó que es fa de forma menys concentrada o fins i tot sòlida, que té preus de venda molt elevats i que no és el cas.

A nivell europeu, la dada més rellevant apunta a un preu de venda al consumidor de 1,32€/kg [18]. Al tractar-se de quantitats industrials i d'un corrent diluït que s'obté com a subproducte, que alhora té com a objectiu no emetre el CO₂ a l'atmosfera, ajudant així a la empresa amb el compromís amb el medi ambient i a nivell econòmic estalviant costos a nivell mediambiental, que a més es podria vendre a indústries properes, com la planta de Coca-Cola a Constantí, Tarragona o Estrella Damm, també a Tarragona, s'ha optat per comercialitzar-la per canonada a alguna d'aquestes indústries properes a 27€/tn. Degut a la poca fiabilitat d'aquesta dada més endavant es farà un anàlisi de sensibilitat en el que es variarà el preu de venda tant dels productes i en aquest cas, subproducte, com el de compra dels reactius.



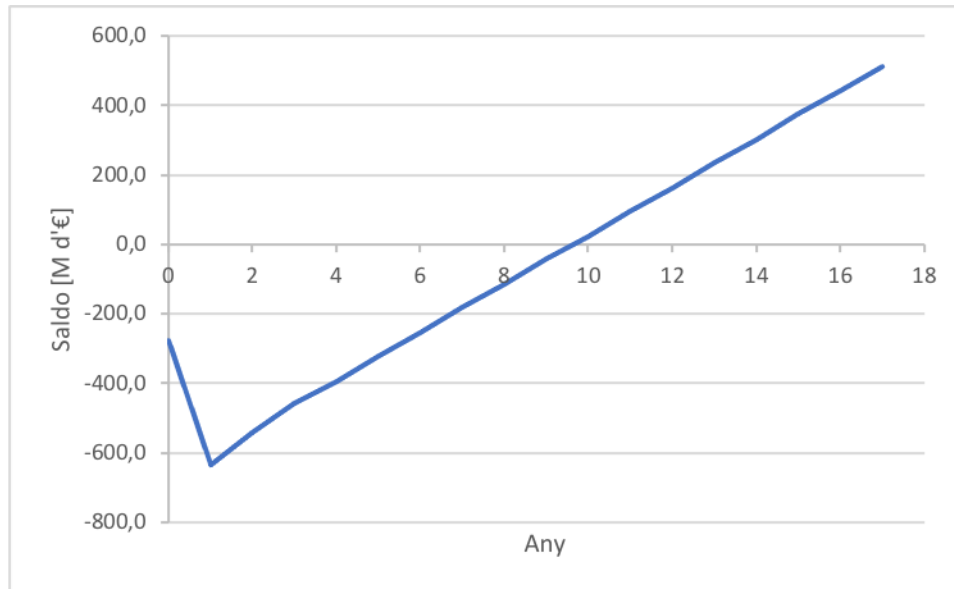
Taula 7.6: VAN del projecte en funció dels interessos.

Com s'observa a la Figura 7.6, la tendència del VAN del projecte en condicions normals segueix una tendència exponencial decreixent a mesura que pugen els interessos. Aquest projecte és rendible fins el 7,76%, que és la Taxa Interna de Rendibilitat, a partir de la qual, el projecte deixa de ser rendible, i per tant inviable. Es pot observar també com a partir del 35% el Valor Actual Net del projecte es comença a estabilitzar sobre els -400M d'€

Que la TIR del projecte sigui de 7,76% indica el percentatge d'ingressos periòdics obtinguts degut a la inversió en aquest. De primeres, al ser superior a 0, podríem donar per acceptable el projecte però primer cal comparar respecte altres opcions que es presenten en el mercat:

- Actualment les entitats bancaries donen un interès d'entre el 2,5 i el 4% quan es tracta de depòsits a termini fixe d'aquesta durada.
- Els fons d'inversió o la borsa, també serien opcions a tenir en compte, ja que poden donar rendibilitats bastant superiors però solen comportar un major risc.

Per tant, és millor invertir en el projecte ja que dona una rendibilitat superior a deixar els diners en el banc i és una inversió molt més estable i segura que altres alternatives del mercat.



Taula 7.7: Payback en condicions normals.

Com es pot apreciar a la Figura 7.7, el primer i segon any la deute augmenta ja que es el període de construcció i per tant no s'ha iniciat l'activitat comercial. A partir de llavors aquesta deute comença a escurçar-se. Aquesta reducció no es del tot lineal ja que, com s'ha esmentat abans, els primers 3 anys de producció no es tenen en compte els costos de manteniment i per tant es més ràpida, a partir d'aquest any, la recuperació es lleugerament més lenta tot i que segueix sense ser lineal ja que cada dos anys hi ha una renovació de fluids refrigerants que fan augmentar mínimament els costos de fabricació.

El capital invertit es recupera durant la segona meitat del novè any del projecte, o el que és el mateix, la segona part del setè any de producció. A partir de llavors es quan es comença a generar riquesa per a la empresa, i del dotzè any aquest creixement és lleugerament més ràpid ja que s'haurà acabat de retornar el préstec als prestamistes amb els seus corresponents interessos.

Un cop finalitzat el projecte, després de 17 anys, el benefici net haurà estat de 512,3M€.

7.7.1. Anàlisi de sensibilitat

Degut a la infinitat de variables que poden afectar tant els preus de compra de matèries primes com els preus de venda dels productes, es farà un anàlisi de sensibilitat per veure com variarien aquests fluxos nets de caixa i consegüentment el

Valor Actual Net (VAN) i la Taxa Interna de Rendibilitat (TIR), si els preus esmentats anteriorment patissin variacions del $\pm 10\%$.

De la mateixa manera, s'analitzarà per variacions tant en la tasa d'interès del préstec com dels serveis, que es consideren despeses crítiques que poden afectar la viabilitat del projecte a llarg termini.

7.7.1.1. Variació del preu de les Matèries Primes (MP) i productes (P)

A continuació es fa un anàlisi de possibles escenaris que es podrien donar segons la variació del preu de les matèries primeres com dels productes en un 10%.

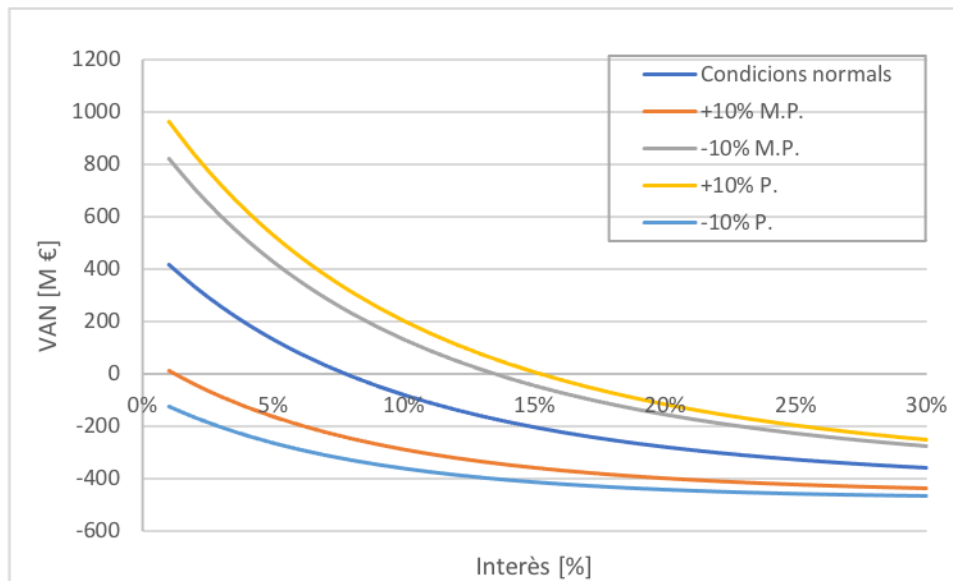


Figura 7.8 VAN per diferents variacions de M.P. i P.

Com es pot observar a la Figura 7.8 el valor actual net del projecte és molt més sensible a les variacions del preu dels productes que a la dels reactius o matèries primeres.

Això és degut a la dependència dels costos amb el preu de les matèries primeres i la dependència entre ingressos i la venda de producte.

Si bé els únics ingressos estan generats per la venda de producte, quan hi ha una petita variació en les vendes, repercuteix de forma directa i notable.

En canvi, la compra de matèries primeres no representa l'únic cost que hi ha, ja que hi ha una sèrie de costos fixos que són independents de les matèries primeres i per tant, una variació d'aquestes no repercuteix de forma tant directa en les despeses de l'empresa.

Aquestes variacions de preus afecten en la rendibilitat econòmica del projecte i algunes d'elles són crítiques a l'hora de determinar si es viable o no. A continuació s'adjunta una taula amb les diferents taxes internes de rendibilitat en cada escenari particular.

Taula 7.19 TIR per diferents variacions de M.P. i P

	-10% P.	+10% M.P.	C. Normals	-10% M.P.	+10% P.
TIR [%]	-1,39	1,22	7,76	13,40	15,21

En el cas que es preveïés una disminució del 10% del preu dels productes s'hauria de rebutjar ja que la seva TIR es negativa i per tant hi hauria una pèrdua de capital garantida.

En el cas que s'esperés un augment del 10% del preu de les matèries primes s'hauria de contemplar rebutjar el projecte ja que es una rendibilitat molt baixa i es podria optar per opcions amb menys risc i més segures com un dipòsit al banc de tipus fixe que podria oferir millors rendibilitats.

L'escenari en el que el preu de les matèries primes es reduís en un 10% o el producte s'encarís en aquesta mateixa proporció, seria molt favorable a nivell de rendibilitat ja que suposarien un augment d'aproximadament el doble respecte les condicions normals.

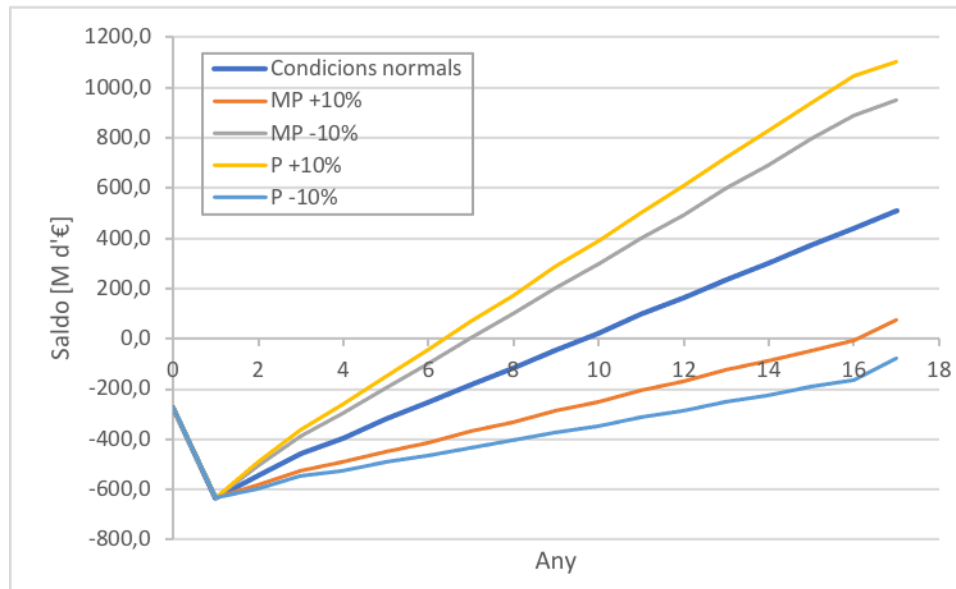


Figura 7.9: PayBack per diferents variacions de M.P. i P.

Pel que fa el retorn de la inversió, és pot veure que a diferència de les condicions normals, en les que recuperem la totalitat de la inversió a partir dels 9 anys i mig, quan varien el preu de compra i vendes, aquests terminis també es veuen afectats. Com és d'esperar, quan baixen els preus de les matèries primes o s'encareix el dels productes la inversió es recupera abans que en condicions normals, concretament en el 6è i en el 7è any respectivament. Això és degut al marge de benefici que impliquen aquestes variacions. De la mateixa manera que s'ha vist amb el VAN, l'augment del preu dels productes té un impacte major i repercuteix de manera més favorable en la recuperació del capital invertit. Aquestes són dos casuístiques positives que el que farien seria recuperar abans el capital i conseqüentment farien guanyar més diners al final del projecte. En canvi, si s'analitzen els altres dos casos, les conseqüències no són gens favorables per a l'empresa.

En cas de que el preu de les matèries primeres augmentessin en un 10% durant aquest anys de projecte es podria recuperar la inversió el 16è any, el penúltim de vida útil de la planta i només es generarien uns beneficis nets de 72M d'€, que es consideren insuficients tenint en compte la magnitud i la durada del projecte.

Pel que fa la baixada de preus del producte, com s'ha vist abans, repercuteix de manera més directa i no permetria recuperar el capital en cap moment de la durada del projecte i per tant seria un projecte inviable que no es duria a terme. Les possibles solucions per fer front a aquesta casuística podrien ser: ampliar la llargada del

projecte, com a mínim fins que s'hagi recuperat el capital, reduir costos, ja sigui retallant en mà d'obra, publicitat, etc. o d'alguna manera, reduir la despesa en la compra de matèries primeres.

Cap destacar que aquest anàlisi que s'ha realitzat sobre la variació dels preus de les matèries primeres i dels productes s'ha fet només amb un grau de llibertat, és a dir, variant només una de les variables, quan en la realitat el preu del producte va lligat al preu de compra de la matèria prima, pel que, en cas que per qüestions de mercat, augmentés el preu de la matèria prima, ho faria de forma directament proporcional el preu dels productes. No obstant això, l'estudi a servit per determinar que passaria si per qüestions alienes a les condicions del mercat, l'empresa decidís reduir o incrementar el preu dels productes

7.7.1.2. Variació del TAE

Per tal d'analitzar els possibles escenaris que es podrien trobar durant el projecte i degut a la actual inestabilitat econòmica a Europa s'ha optat per fer un anàlisi amb possibles variacions dels interessos del préstec.

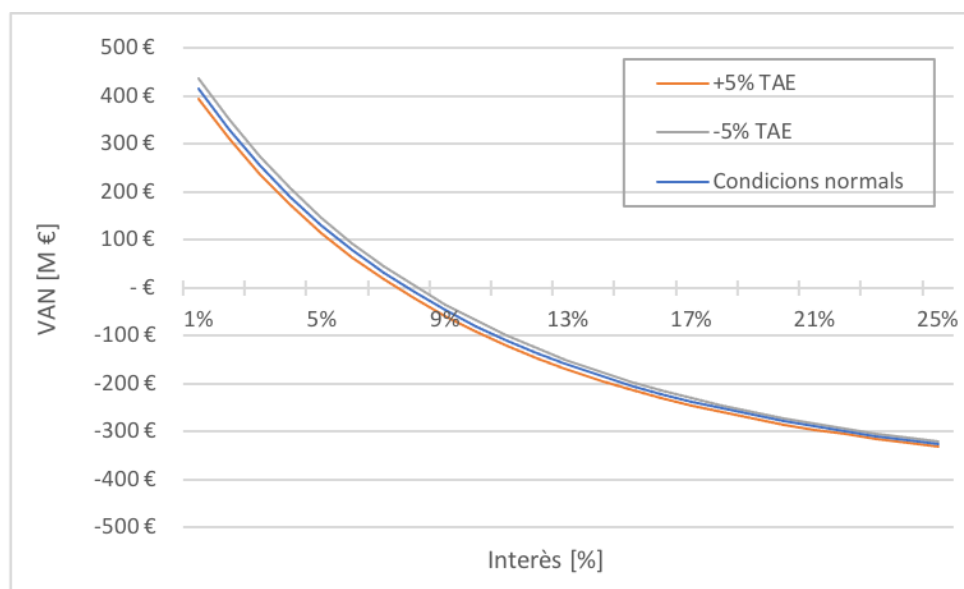


Figura 7.10: VAN per diferents variacions del TAE.

En la Figura 7.10 es pot apreciar que les variacions dels interessos del préstec afecten poc en el valor actual net del projecte. Això es degut a que els costos financers, representen només un 0,84% dels costos totals anuals de l'empresa i per tant les fluctuacions d'aquesta variable podrien considerar-se pràcticament nul·les.

En cas d'un augment o una reducció del 5%, la taxa interna de rendibilitat passa del 7,76% al 7,43 i 8,08% respectivament, suposant una variació del $\pm 4,25\%$

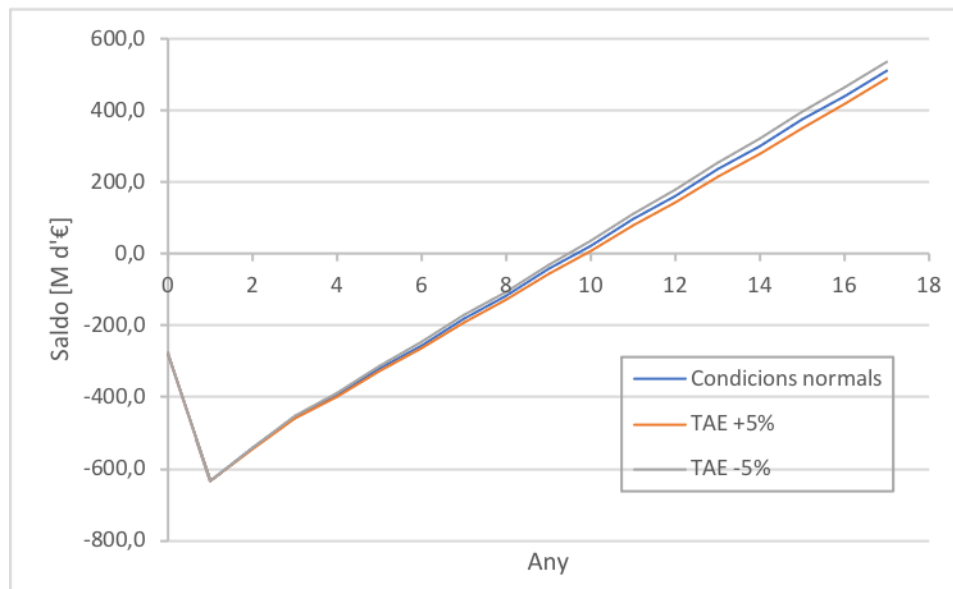


Figura 7.11: PayBack per diferents variacions de M.P. i P.

Pel que al Payback respecta, i de la mateixa manera que amb el VAN, les variacions son pràcticament inapreciables. Si bé en condicions normals es recuperaria el capital invertit en la segona meitat del novè any, amb un augment i una disminució del 5% es recuperaria just a l'inici del desè any i en la primera meitat del novè respectivament. Per tant es pot afirmar que es pot fer front a aquestes variacions de interessos sobre el préstec i la diferencia del TAE només repercutiria en un 4,64% dels beneficis nets del projecte, que si bé es una quantitat a tenir en compte no és decisiva alhora de determinar si el projecte és viable o no.

7.7.1.2. Variació del cost dels serveis.

A continuació es fa un anàlisi d'una possible variació de preus dels serveis que es subministren a la planta.

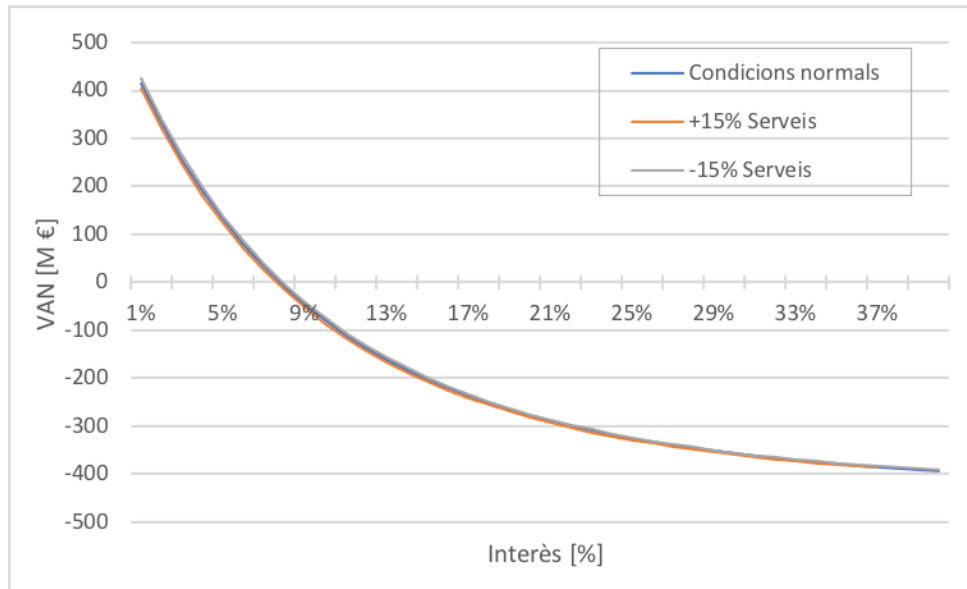


Figura 7.12: VAN per variacions del cost dels serveis

En la Figura 7.12 es pot apreciar que les variacions del preu dels serveis subministrats son pràcticament negligibles. Això es degut a la independència energètica que s'ha aconseguit assolir en aquest projecte. El fet de no necessitar subministrament tant de gas natural com d'electricitat fan que la afectació de la variació dels preus en el Valor Actual Net del projecte siguin pràcticament nuls. Per quantificar aquesta petita diferència es pot observar com la taxa interna de rendibilitat passa del 7,76% al 7,6 i al 7,92% respectivament, representant una variació de només el 2,06%.

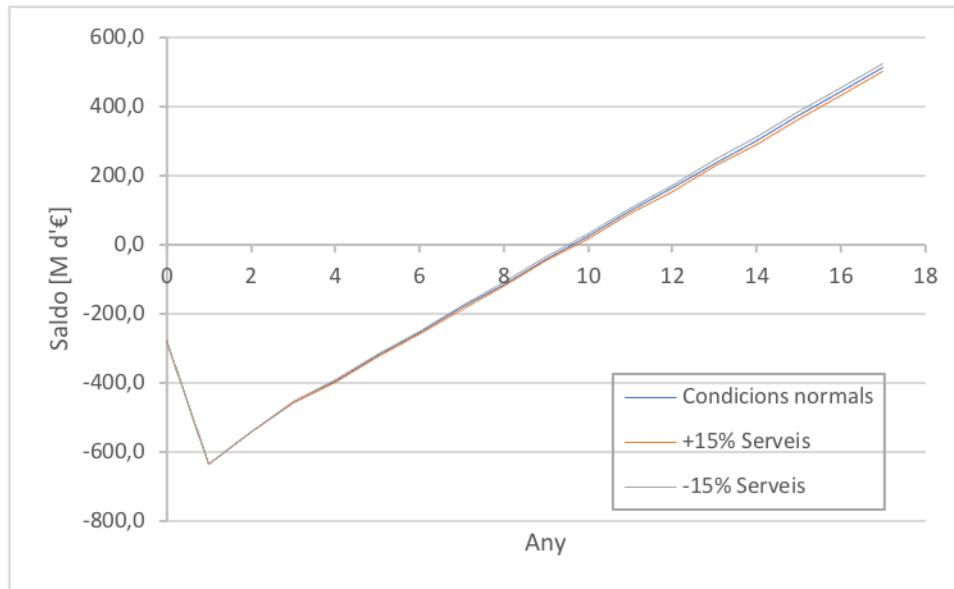


Figura 7.13: PayBack per variacions del cost dels serveis.

D'acord amb el que s'ha vist i discutit a la variació del VAN, les fluctuacions del costos de serveis no afecten gaire a la viabilitat econòmica del projecte. Com es pot observar a la Figura 7.13 tampoc repercuteix pràcticament en el termini del retorn de la inversió inicial ja que la recuperació entre un escenari i un altre es diferenciaria en poques setmanes. Conseqüentment, pel que fa els beneficis de la empresa les variacions son mínimes ja que es passaria de generar 512M a 523M o 500M en funció de si els preus pugessin o baixessin respectivament. Com s'ha esmentat abans, es una variació petita, del 2,3%, que cal tenir en compte tot i que no suposa cap risc pel que a la viabilitat econòmica del projecte respecta.

7.8. Conclusions

Encara que el mercat d'etilbenzè es pugui veure restringit per certes normatives mediambientals en un futur, la creixent demanda per part de països asiàtics auguren un creixement sòlid del sector.

Primerament, tot i no ser una empresa coneguda i necessitar-se una gran inversió inicial, l'anàlisi realitzat ha demostrat fiabilitat davant possibles canvis que pugui provocar el mercat com el preu de l'energia, gràcies a la seva independència energètica, o els tipus d'interès.

No obstant això, i tot i que de forma habitual la variació del preu de la matèria prima ve acompanyada d'un augment de preu del producte, es considera que es massa sensible a les variacions del producte i per tant s'hauria d'estudiar la possibilitat de generar alguna font més d'ingressos estables.

També cal tenir en compte compromís amb el medi ambient genera un impacte positiu, i no només a nivell econòmic, ja que s'estalvien molts costos a nivell de emissions i contaminació, sinó a nivell de màrqueting, que podria atreure inversors i algun avantatge a nivell administratiu. Per contra, i més amb els dies que corren, fora bo que es reduís el consum d'aigua per tal de poder aconseguir ser totalment respectuosos amb el medi ambient, gestionant d'una millor forma aquest recurs natural.

Per últim, un aspecte a destacar es la ubicació de la planta, el fet de localitzar-se en un polígon amb un ampli teixit industrial al seu voltant faciliten tant la venda de productes i subproducte com un estalvi en les despeses de transport de les matèries primes, en aquest cas el benzè, i per descomptat la proximitat amb el port en el cas d'exportacions.

7.9 Bibliografía

- [1]: Mercado de etilbenceno Insights. | MordorIntelligence (Data de consulta: 5/04/2023). Recuperat de: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/ethylbenzene-market>
- [2]: Dataintel. (2020, 14 diciembre). Ethyl Benzene Market 2020 | Global Industry Analysis & Forecast To 2027. (Data de consulta: 5/04/2023). Recuperat de: <https://dataintel.com/report/ethyl-benzene-market/>
- [3]: Benzene Prices, Price, Pricing, News, Monitor | ChemAnalyst. (Data de consulta: 6/04/2023) Recuperat de: <https://www.chemanalyst.com/Pricing-data/benzene-25>
- [4]: Benzene Prices: Pricing, Chart, Latest Price, Market Analysis. (Data de consulta: 6/04/2023) Recuperat de: <https://www.procurementresource.com/resource-center/benzene-price-trends>
- [5]: Ethylene Prices, Price, News, Monitor | ChemAnalyst. (Data de consulta: 11/05/2023) Recuperat de: <https://www.chemanalyst.com/Pricing-data/ethylene-40>
- [6] *Diseño en Ingeniería Química. Traducción de la quinta edición original. Sinnott, R., Towler, G. Ed. Reverté (Barcelona, 2012)*
- [7] GE Frame 9 Gas Turbine (50 Hz) 9F.05 -General Electric (GE Power) | Linquip. (Data de consulta: 31/05/2023) Recuperat de: [https://www.linquip.com/device/34/ge-frame-9-gas-turbine-\(50-hz\)-9f.05](https://www.linquip.com/device/34/ge-frame-9-gas-turbine-(50-hz)-9f.05)
- [8] *El Pronóstico Económico en Química Industrial. Cuarta edición. Vian, Á., Ed. Eudema (Madrid, 1991)*
- [9]: *Plant Design and Economics for Chemical Engineers. International Edition. Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., Ed. McGraw-Hill (Singapore, 1991)*
- [10] La factura del agua para suministros industriales | Aigues de Barcelona. (Data de consulta: 25/05/2023) <https://www.aiguesdebarcelona.cat/ca/web/guest/>
- [11]: Contratar la TUR, lo mejor para pagar menos gas. (Data de consulta: 24/05/2023) Recuperat de: <https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/gas-luz/informe/tarifa-tur-gas>
- [12]: Selectra. Precio de la luz mercado regulado hoy: precio kWh hora a hora en España. Selectra. (Data de consulta: 27/05/2023). Recuperat de: <https://selectra.es/energia/info/que-es/precio-kwh#kwh-estable>
- [13]: Dowtherm Synthetic Thermal Fluids. (Data de consulta: 30/05/2023). Recuperat de: <https://thermalfluidproducts.com/products/dowtherm-synthetic-thermal-fluids>
- [14]: Agencia Tributaria: 3.5.4 Tabla de amortización simplificada. (Data de consulta: 1/06/2023). Recuperat de: <https://sede.agenciatributaria.gob.es/Sede/ayuda/manuales-videos-folletos/manuales-practicos/folleto-actividades-economicas/3-impuesto-sobre->

[renta-personas-fisicas/3_5-estimacion-directa-simplificada/3_5_4-tabla-amortizacion-simplificada.html](#)

- [15]: Battioli, A., & Battioli, A. La TAE media de los préstamos comienza 2020 con una subida. *HelpMyCash*. (Data de consulta: 16/05/2023). Recuperat de: <https://www.helpmycash.com/blog/la-tae-media-de-los-prestamos-personales-comienza-2020-con-una-subida/>
- [16]: IEI06.- Configuración y diseño de instalaciones eléctricas de interior. (Data de consulta: 29/05/2023). Recuperat de: https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/IEI/IEI06/es_IEA_IEI06_Contenidos/website_6_carga_total_correspondiente_a_edificios_comerciales_de_oficinas_o_destinados_a_una_o_varias_industrias.html
- [17] Ethylbenzene Prices: Latest Price, Pricing, News, Market Analysis. (Data de consulta: 8/04/2023). Recuperat de: <https://www.procurementresource.com/resource-center/ethylbenzene-price-trends>
- [18] Carbónico, B. C. Á. Ácido Carbónico Ordinario: (Data de consulta: 29/05/2023). Recuperat de: <http://www.co2cerveza.com/p2490585-acido-carbonico-ordinario.html>
- [19] Cristina.Merino. (2023). Los mejores depósitos a plazo fijo - Junio de 2023. *HelpMyCash.com*. : (Data de consulta: 6/06/2023). Recuperat de: <https://www.helpmycash.com/mejores-depositos/>
- [20] GLICOL (PROPILENGLICOL USP) ANTICONGELANTE - Tiendainvia. Recuperat de: <https://www.tiendainvia.com/es/glicol-anticongelante/1687-glicol-propilenglicol-usp-anticongelante.html>
- [21] Chemical Engineering. (2023, 7 junio). *The Chemical Engineering Plant Cost Index - Chemical Engineering*. (Data de consulta: 29/05/2023). Recuperat de: <https://www.chemengonline.com/pci-home>

Taula 7.21: Fluxos nets de caixa anuals amb -10% cost M.P. (en Milions d'€)

Any	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Immobilitzat	-276,0	-276,0																
Valor residual																		68,8
Capital circulant		-82,8																82,8
Ventes			526,2	526,2	526,2	526,2	526,2	526,2	526,2	526,2	526,2	526,2	526,2	526,2	526,2	526,2	526,2	
Costos			-394,9	-385,8	-408,3	-402,4	-408,3	-402,4	-408,3	-402,4	-408,3	-402,4	-408,3	-402,4	-408,3	-402,4	-408,3	
Amortització			-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	
Base imposable			98,2	107,3	84,8	90,7	84,8	90,7	84,8	90,7	84,8	90,7	84,8	90,7	84,8	90,7	84,8	
Impostos				-24,5	-26,8	-21,2	-22,7	-21,2	-22,7	-21,2	-22,7	-21,2	-22,7	-21,2	-22,7	-21,2	-22,7	-21,2
NFC	-276,0	-358,8	131,3	115,8	91,1	102,6	95,2	102,6	95,2	102,6	95,2	102,6	95,2	102,6	95,2	102,6	95,2	61,6

Taula 7.22: Fluxos nets de caixa anuals amb +10% preu P. (en Milions d'€)

Any	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Immobilitzat	-276,0	-276,0																
Valor residual																		68,8
Capital circulant		-82,8																82,8
Ventes			578,8	578,8	578,8	578,8	578,8	578,8	578,8	578,8	578,8	578,8	578,8	578,8	578,8	578,8	578,8	
Costos			-434,0	-424,9	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	
Amortització			-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	
Base imposable			111,7	120,8	98,4	104,3	98,4	104,3	98,4	104,3	98,4	104,3	98,4	104,3	98,4	104,3	98,4	
Impostos				-27,9	-30,2	-24,6	-26,1	-24,6	-26,1	-24,6	-26,1	-24,6	-26,1	-24,6	-26,1	-24,6	-26,1	-24,6
NFC	-276,0	-358,8	144,8	126,0	101,2	112,8	105,4	112,8	105,4	112,8	105,4	112,8	105,4	112,8	105,4	112,8	105,4	58,2

Taula 7.23: Fluxos nets de caixa anuals amb -10% preu P. (en Milions d'€)

Any	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Immobilitzat	-276,0	-276,0																
Valor residual																		68,8
Capital circulant		-82,8																82,8
Ventes			473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	
Costos			-434,0	-424,9	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	
Amortització			-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	
Base imposable			6,5	15,6	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	
Impostos			0,0	-1,6	-3,9	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7
NFC	-276,0	-358,8	39,6	47,0	22,3	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	84,5

7.10.1.2. Variació del TAE.

Taula 7.24: Fluxos nets de caixa anuals amb +5% TAE. (en Milions d'€)

Any	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Immobilitzat	-276,0	-276,0																
Valor residual																		68,8
Capital circulant		-82,8																82,8
Ventes			473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	
Costos			-434,0	-424,9	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	
Amortització			-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	
Base imposable			6,5	15,6	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	
Impostos			0,0	-1,6	-3,9	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7
NFC	-276,0	-358,8	39,6	47,0	22,3	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	84,5

Taula 7.25: Fluxos nets de caixa anuals amb -5% TAE. (en Milions d'€)

Any	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Immobilitzat	-276,0	-276,0																
Valor residual																		68,8
Capital circulant		-82,8																82,8
Ventes			473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6
Costos			-434,0	-424,9	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-447,4
Amortització			-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1
Base imposable			6,5	15,6	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-6,9
Impostos			0,0	-1,6	-3,9	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7
NFC	-276,0	-358,8	39,6	47,0	22,3	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	84,5

7.10.1.3. Variació del cost dels serveis.

Taula 7.26: Fluxos nets de caixa anuals amb +15% cost dels serveis. (en Milions d'€)

Any	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Immobilitzat	-276,0	-276,0																
Valor residual																		68,8
Capital circulant		-82,8																82,8
Ventes			473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	
Costos			-434,0	-424,9	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	
Amortització			-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	
Base imposable			6,5	15,6	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	
Impostos			0,0	-1,6	-3,9	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7
NFC	-276,0	-358,8	39,6	47,0	22,3	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	84,5

Taula 7.27: Fluxos nets de caixa anuals amb -15% cost dels serveis. (en Milions d'€)

Any	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Immobilitzat	-276,0	-276,0																
Valor residual																		68,8
Capital circulant		-82,8																82,8
Ventes			473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	473,6	
Costos			-434,0	-424,9	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	-441,5	-447,4	
Amortització			-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	-33,1	
Base imposable			6,5	15,6	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	-1,0	-6,9	
Impostos			0,0	-1,6	-3,9	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7	0,2	1,7
NFC	-276,0	-358,8	39,6	47,0	22,3	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	33,8	26,5	84,5

7.10.2 Constants del mètode de Sinott i Towler

A continuació com els paràmetres dels equips estan dins del rang que contempla el mètode s'ha optat per no indicar els rangs a la taula que es mostra a continuació:

Taula 7.28: Constants Sinnot i Towler

Equip	Paràmetre	α	b	n
Agitadors i mescladors				
Helix	potencia motor [kW]	15000	990	1,05
Mesclador de cinta en espiral	potencia motor [kW]	27000	110	2
Mesclador estatic	L/s	500	1030	0,4
Calderes				
15 a 40 bar	kg/h de vapor d'aigua	106000	8,7	1
10 a 70 bar	kg/h de vapor d'aigua	110000	4,5	0,9
Centrifugues				
Disc de alta velocitat	diametre [m]	50000	423000	0,7
Cesta suspesa atmosferica	potencia [kW]	57000	660	1,5
Compresors				
Ventiladors	m ³ /h	3800	49	0,8
Centrifug	potencia motor [kW]	490000	16800	0,6
De pistó	potencia motor [kW]	220000	2300	0,75
Cintes transportadores				
Cinta 0,5m d'amplada	longitud [m]	36000	640	1
Cinta 1m d'amplada	longitud [m]	40000	1160	1
Elevador de cangilons	longitud [m]	15000	2300	1
Trituradores				
Molí de martells reversible	t/h	60000	640	1
Pulveritzadors	kg/h	14000	590	0,5
Cristalitzadors				
Cristalitzadors de superficie raspada	longitud [m]	8400	11300	0,8
Secadors				
Rotatori de contacte directe	area [m ²]	13000	9100	0,9
Safates atmosferiques per carrega	area [m ²]	8700	6800	0,5
Secador per pulverització	caudal evap [kg/h]	350000	1900	0,7

Evaporadors				
Tubs verticals	area [m2]	280	30500	0,55
Película descendent agitada	area [m2]	75000	56000	0,75
Intercambiadors				
Carcasa i tubs (tubs en U)	area [m2]	24000	46	1,2
Doble tub	area [m2]	1600	2100	1
Caldera de termofusió	area [m2]	26000	104	1,1
Caldera de tubs en U	area [m2]	25000	340	0,9
Plaques y marcs	area [m2]	1350	180	0,95
Filtres				
Plaques y marcs	capacidad [m3]	110000	77000	0,5
Tambor al buit	area [m2]	-63000	80000	0,3
Forns				
Cilíndrics	potencia [MW]	68500	93000	0,8
Caixa	potencia [MW]	37000	95000	0,8
Relleno				
Anells Rasching al 304	m3	0	73000	1
Cadires de ceràmica intalox	m3	0	1800	1
Anells Pall al 304	m3	0	7700	1
Relleno estructurat de PVC	m3	0	500	1
Relleno estructurat al 304	m3	0	6900	1
Recipients a pressió				
Vertical acer	massa carcasa [kg]	10000	29	0,85
Horitzontal acer	massa carcasa [kg]	8800	27	0,85
Vertical al 304	massa carcasa [kg]	15000	68	0,85
Horitzontal al 304	massa carcasa [kg]	11000	63	0,85
Bombes i motors				
Centrífuga d'una etapa	caudal [L/s]	6900	206	0,9
Motor d'explosió	potencia [kW]	-950	1770	0,6
Turbina de vapor d'aigua condensant	potencia [kW]	-12000	1630	0,75
Reactors				
Agitat, encamisat	Volum [m3]	53000	28000	0,8

Agitat, encamisat i vidrat	Volum [m3]	11000	76000	0,4
Tancs				
Sostre flotant	Capacitat [m3]	97000	2800	0,65
Sostre conic	Capacitat [m3]	5000	1400	0,7
Plats				
Plats tamis	diametre [m]	110	380	1,8
Plats de valvules	diametre [m]	180	340	1,9
Plats de campanes de barboteig	diametre [m]	290	550	1,9
Serveis				
Torre de refredament i bombes	caudal [L/s]	150000	1300	0,9
Refredament mecanic relleno	potencia evaporador [kW]	21000	2100	0,9
Plant d'intercanvi ionic per l'aigua	caudal [m3/h]	12000	5400	0,75