

# PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY

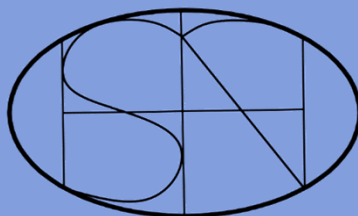
TREBALL DE FI DE GRAU  
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA



**Noelia Cabana González**  
**Sara Justo Salvador**  
**Cristina López García**  
**Helena Prats Fabregat**  
**Daniel Rebolledo Hermosilla**  
**Joan Sambró Olivella**

**Tutor: Josep Anton Torà**





# PLANTA DE PRODUCCIÓ DE RESINA EPOXY

## CAPÍTOL 7: AVALUACIÓ ECONÒMICA



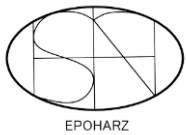
**Noelia Cabana González**  
**Sara Justo Salvador**  
**Cristina López García**  
**Helena Prats Fabregat**  
**Daniel Rebolledo Hermosilla**  
**Joan Sambró Olivella**

**Tutor: Josep Anton Torà**



## ÍNDEX

<b>7. Avaluació econòmica</b> .....	3
7.1 Introducció.....	3
7.2 Estudi de mercat .....	4
7.2.1 Producció de resina epoxy .....	4
7.2.2 Consum mundial de resina epoxy .....	7
7.2.3 Preu mig de la resina epoxy .....	10
7.2.4 Preu mig dels reactius .....	10
7.2.5 Preu mig dels subproductes .....	12
7.2.6 Anàlisi DAFO .....	14
7.3 Avaluació de la viabilitat econòmica del projecte.....	15
7.3.1 Despeses prèvies .....	15
7.3.2 Capital immobilitzat .....	15
7.3.2.1 Cost del terreny .....	15
7.3.2.2 Cost dels equips.....	16
7.3.2.3 Mètode de VIAN.....	36
7.3.3 Capital circulat.....	37
7.3.4 Inversió inicial total .....	37
7.3.5 Costos d'operació .....	38
7.3.5.1 Costos de fabricació .....	38
7.3.5.2 Costos generals.....	49



EPOHARZ

---

7.3.5.3 Costos totals d'operació .....	52
7.4 Vendes i rendibilitat del projecte.....	53
7.4.1 Ingressos per venda.....	53
7.4.2 Càlcul del Net Cash Flow (NCF).....	53
7.4.3 Càlcul del Valor Actual Net (VAN) i Taxa Interna de Rendibilitat (TIR).....	58
7.4.4 Càlcul de la recuperació de la inversió inicial (Pay-Back).....	59
7.5 Estudi de sensibilitat.....	61
7.5.1 Estudi de sensibilitat en el preu de venda .....	61
7.5.2 Estudi de sensibilitat en el preu de les matèries primeres.....	65
7.5.3 Estudi de sensibilitat en el preu de la maquinària.....	69
7.5.4 Estudi de sensibilitat en el preu dels serveis.....	73
7.5 Conclusions .....	78
7.6 Bibliografia.....	80

## 7. Avaluació econòmica

### 7.1 Introducció

En el present capítol 7, s'abordarà l'estudi de la viabilitat de la planta d'EPOHARZ. El vessant econòmic és el punt més primordial pel desenvolupament de qualsevol projecte, degut a que només es podrà dur a terme si aquest estudi econòmic resulta favorable.

Aquest estudi englobarà primerament l'estudi de mercat entorn al producte final i als subproductes, tenint en compte les seves debilitats, amenaces, fortaleces i oportunitats per analitzar la realitat del mercat d'aquests productes i poder extreure'n unes conclusions preliminars. Tot seguit es realitzaran balanços econòmics amb els ingressos i costos de la planta, és a dir s'estudiaran totes les condicions que puguin afectar als fluxos de caixa de l'empresa. Aquests seran el capital immobilitzat, el circulat, els costos de producció i costos generals d'entre altres.

Un cop avaluats els costos i ingressos de l'empresa, es realitzarà un anàlisi dels fluxos nets de caixa on l'estimació dels fluxos anuals permetran calcular el Valor Actual Net (VAN) i la Taxa Interna de Retorn (TIR). El resultat d'aquests dos paràmetres serà el més crític ja que són els indicadors de la rendibilitat del projecte.

Finalment, es realitzarà un estudi de sensibilitat, amb al finalitat de comprovar l'efecte de certes variables amb l'objectiu d'identificar potencials millores i la seva viabilitat.

## 7.2 Estudi de mercat

L'estudi de mercat és el primer pas a realitzar per a entendre si els productes que l'empresa té intenció a produir i vendre, tenen un mercat amb suficient demanda com per obtenir els beneficis pertinents. L'anàlisi de mercat avarca des de les matèries primeres al producte final, essent aquest una avaluació qualitativa i quantitativa on es tenen en compte factors com la competència i l'entorn econòmic o els diversos segments de clients i patrons de compra que permeten analitzar com interactua el públic objectiu, la competència i el negoci per a treure'n el màxim profit.

### 7.2.1 Producció de resina epoxy

La majoria de resines epoxídiques estan fetes a partir de bisfenol A (BPA), aquestes son essencials per la vida modera, salut pública i fabricacions eficients. S'utilitzen en una àmplia gamma d'aplicacions industrials i de consum degut a la seva duresa, forta adhesió, resistència química i altres propietats especialitzades. S'utilitza en productes d'ús diari, com cotxes, vaixells i avions, i com a components per la fibra òptica i en plaques de circuits elèctrics<sup>1</sup>.

A més, la demanda de resina epoxy a les indústries aeroespacials ha augmentat a un ritme més ràpid per al muntatge de panells d'avions i pales de rotatives d'helicòpters. El pes baix i la duresa, l'alta tolerància a la calor i a la pressió de la resina epoxy la fan ideal per al seu ús a la indústria aeronàutica, que, al seu torn, impulsa el creixement del mercat global de la resina epoxy. S'espera que tots aquests factors augmentin el creixement del mercat de la resina epoxy durant el període de previsió a la indústria aeroespacial.

Les resines epoxy s'utilitzen per protegir els panells solars de les variacions de temperatura. Ja que aquestes resines són barates, fàcils d'aplicar i requereixen menys mà d'obra. Els termoestables epoxy s'utilitzen per fer que les fulles siguin més duradores a causa de la seva alta resistència a la fluència i alta resistència a la tracció. La barreja de resines epoxy amb diversos agents enduridors i el seu ús a les pales ha mostrat resultats positius per fer que les pales siguin resistents a la corrosió i a la fatiga, ja que la demanda de resines epoxy ha augmentat de la indústria de l'energia eòlica. Tanmateix, les



fluctuacions en el cost de les matèries primeres afecten el cost de producció de la resina epoxy, cosa que pot afectar el creixement del mercat durant el període de previsió<sup>2</sup>.

Les aplicacions de la resina epoxy es pot classificar en els següents grups<sup>3</sup>:

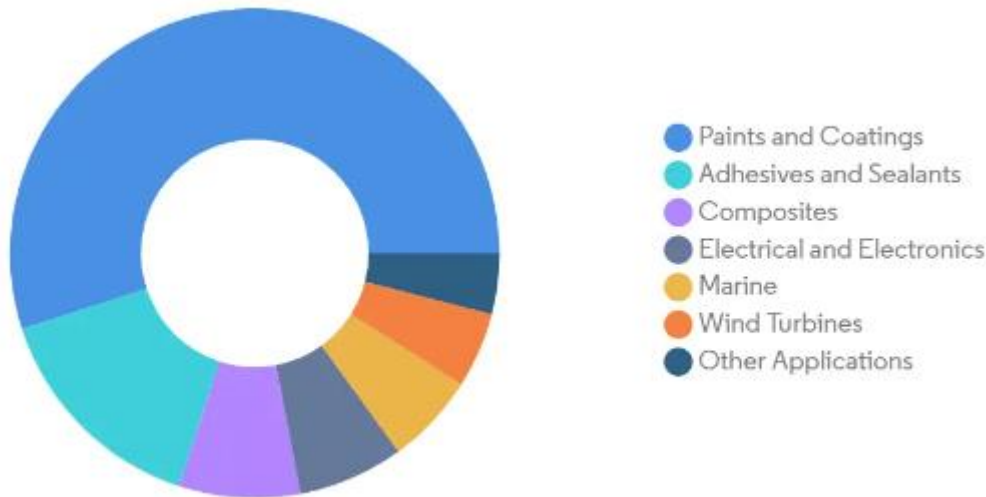


Figura 1: Mercat de resines epoxy segons l'aplicació, 2021

- Pintures i recobriments

Les pintures a base de resines epoxy, s'assequen ràpid i proporcionen una capa protectora dura i resistent. També les canonades d'acer utilitzades per transportar petroli, gas o aigua potable es poden protegir de la corrosió amb recobriments de resina epoxy. Aquests recobriments també s'utilitzen molt per la imprimació per a que les pintures marines i d'automòbils s'adhereixin millor, especialment en superfícies metàl·liques on la resistència a la corrosió és important<sup>1</sup>.

- Adhesius i segelladors

La majoria dels adhesius coneguts com a adhesius "estructurals" o "d'enginyeria" són epoxy. Aquestes coles d'alt rendiment s'utilitzen per fabricar avions, cotxes, bicicletes, vaixells, pals de golf, esquís, taules de neu, fustes laminades utilitzades en la construcció d'habitatges i altres productes en els quals són essencials uns forts enllaços. Els epoxy es poden enganxar a la fusta, el metall, el vidre, la pedra i alguns plàstics, i són més resistents a la calor i als productes químics que la majoria de coles<sup>4</sup>.

- **Compòsits**

Els compostos epoxy són un tipus de material polimèric que utilitza una resina epoxy per crear una matriu de polímer que es reforça amb fibres o altres rebliments. Això permet la fabricació de peces de llarga durada amb relacions força-pes molt elevades. Les baixes densitats dels compostos epoxy en comparació amb els metalls també ofereixen un estalvi substancial de combustible en aplicacions aeroespacials i d'automoció. En comparació amb els materials tradicionals de construcció (metall, formigó, fusta, etc.), els compostos polimèrics basats en epoxy són més resistents al deteriorament per corrosió, esquinçament o podridura<sup>4</sup>.

Les fibres com el vidre, el carboni o fins i tot els polímers proporcionen gran part de la capacitat de suport de càrrega per a les peces basades en compostos polimèrics. El polímer (resina) actua com a aglutinant (matriu) per a les fibres, ajudant a distribuir l'estrès de manera uniforme alhora que proporciona una forma sòlida general a la peça<sup>4</sup>.

- **Electrònica**

Les resines epoxy són excel·lents aïllants i s'utilitzen per mantenir els motors, transformadors, generadors i interruptors nets, secs i lliures de curtcircuits. També s'utilitzen en diversos tipus de circuits i transistors, i en plaques de circuits impresos. També es poden fabricar per conduir l'electricitat o per presentar qualsevol nombre d'altres atributs que es poden requerir en electrònica sofisticada, com ara la resistència al xoc tèrmic calent/fred, la flexibilitat física o la capacitat d'autoextingir-se en cas d'incendi<sup>4</sup>.

- **Marina**

Les resines epoxy s'utilitzen freqüentment en la fabricació i reparació d'embarcacions. La seva força, el seu baix pes i la seva capacitat per omplir buits

i adherir-se a molts materials diferents, inclosa la fusta, els fan ideals per a aquest propòsit<sup>4</sup>.

- Turbines de vent

Fins al 50% dels fabricants europeus<sup>4</sup> de turbines de vent actualment utilitzen resines epoxy pel seu pes lleuger, resistència a la fatiga, bona adherència i manca de contracció després del refredament. Amb més freqüència es combinen amb materials de fibra com el vidre i la fibra de carboni per produir-les. També s'utilitzen per revestir i protegir altres peces, com ara aïllants de turbines, bobinats d'extrem de l'estator o bobines de camp per als suports del rotor. Poden cobrir torres de formigó i acer per als molins de vent per augmentar la seva vida útil. Finalment, el tancament de la carcassa del motor (góndola) està fet de material compost de fibra de vidre impregnat amb resina epoxy<sup>5</sup>.

### 7.2.2 Consum mundial de resina epoxy

Seguidament s'estudia el consum mundial de resina epoxy. En el següent gràfic<sup>6</sup>, figura 2, es mostra el mercat de la resina a partir de la matèria primera.

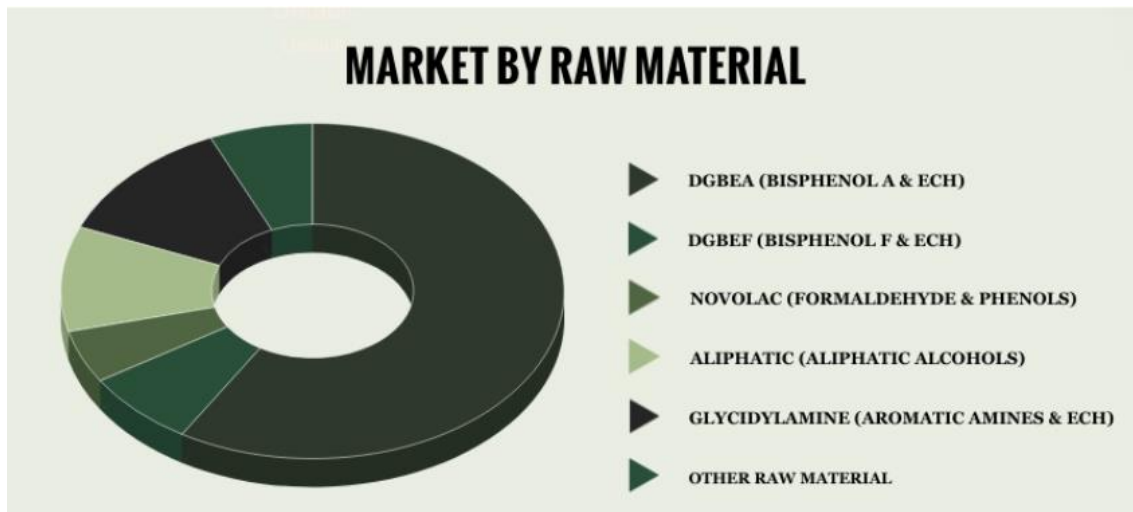


Figura 2: Mercat resina epoxy a partir de la matèria primera

Per tant, amb la figura 2, s’observa que les resines fetes a partir de DGBEA, és a dir a partir de BPA i ECH, són les més abundants al mercat, per tant, és un fet positiu per EPOHARZ, ja que és el tipus de resina que s’obté al procés productiu.

Aquest fet també es corrobora amb l’estudi realitzat per Devashree Patwardhan , Eswara Prasad<sup>2</sup>, a més de que mostra com al 2030, la resina epoxy a partir de DGBEA continuarà sent la més prominent.

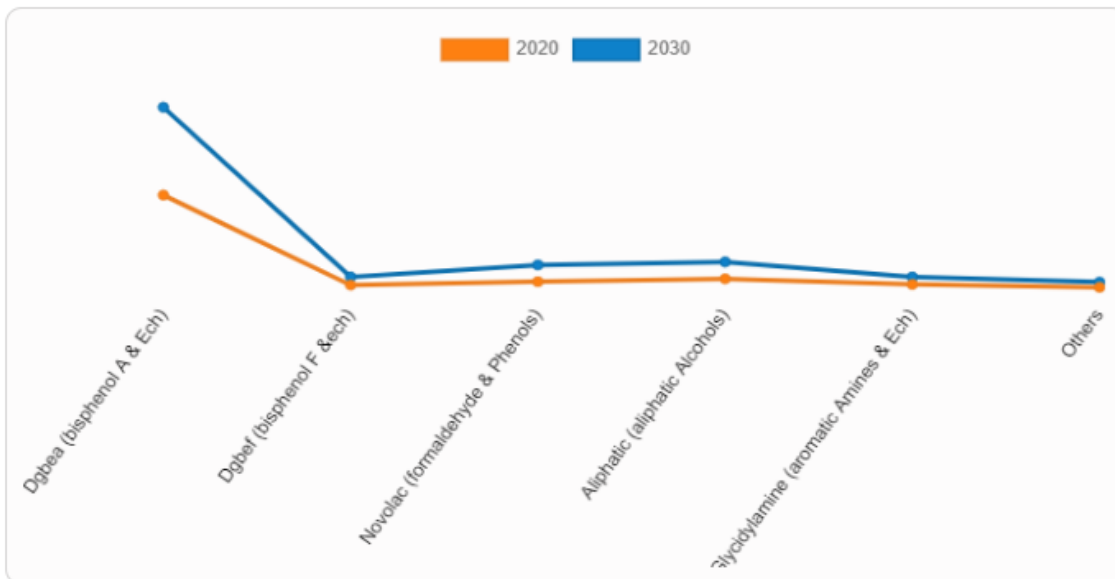


Figura 3: Mercat de resina epoxy segons el tipus

Tot seguit, si s’analitzen els mercats per regions, es mostra la figura 3 els creixements previstos del mercat de la resina epoxy del 2022 al 2027<sup>3</sup>.

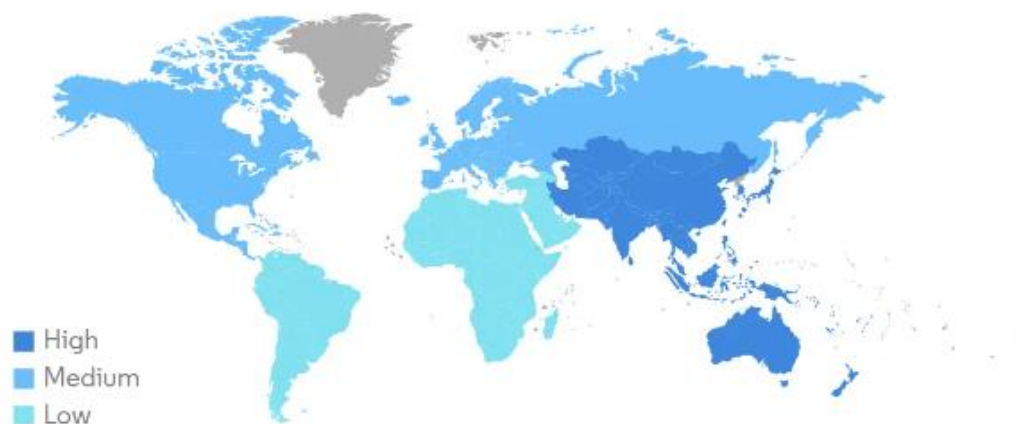


Figura 4: Creixements previstos del mercat de resina epoxy 2022-2027

Tal i com es pot observar, s'expecta que la regió de l'Àsia-Pacífic domini el mercat. Això és degut a que la Xina té la producció més gran del món d'electrònics. A més, els telèfons mòbils, els televisors OLED i les tablets, entre d'altres, tenen el creixement més elevat degut a la seva alta demanda, ja que amb l'augment de la classe mitjana, la demanda d'aquest tipus de productes està previst que augmenti constantment en el futur.

Adicionalment, la Xina és un dels països de l'Àsia-Pacífic que té més activitats de construcció, essent el sector de la construcció un 50% del PIB del país.

A l'Índia, en el segment residencial, el govern està impulsant grans projectes en els pròxims anys. L'Índia té un pressupost d'inversió de 1400 bilions de dòlars per a infraestructures, un 24% en energia renovable, un 19% en carreteres i autopistes, un 16% en infraestructura urbana i un 13% en ferrocarrils. Sota la Missió de Ciutats Intel·ligents fins al juny de 2021, s'han completat 2374 projectes, del total de 5956 projectes.

La indústria elèctrica i electrònica japonesa és una de les indústries més importants del món. El 2021, la producció domèstica de la indústria de l'electrònica japonesa va augmentar en un 11%, essent el guany de JPY 10932,2 bilions a causa del fort rendiment exportador de components i dispositius electrònics i el creixement en equipaments d'infraestructura de telecomunicacions a causa dels canvis d'estil de vida.

S'espera que el sector de la construcció del Japó s'expandeixi a un ritme moderat durant els pròxims cinc anys, a causa de les creixents inversions en infraestructures públiques i privades, energies renovables i projectes comercials. Això, al seu torn, millora la confiança dels consumidors i dels inversors<sup>7</sup>.

A Europa, els automòbils, energia eòlica i els compòsits són la raó del creixement de la utilització de les resines epoxy. Alemanya és el país que més contribueix al creixement d'aquest mercat. Les innovacions en la fabricació de parts d'automòbils, la demanda creixent de químics sostenibles en la construcció, i la indústria emergent d'energies renovables són uns dels factors claus que estan fent augmentar la demanda de les resines epoxy a Europa.

Pel que fa a Amèrica del Nord, l'increment de la digitalització està fent augmentar la demanda de sistemes elèctrics i electrònics. Components segurs i de llarga durada que s'utilitzen en aquests sistemes, estan sent fabricats a partir de resines epoxy per a reduir

el cost i millorar el funcionament. A més a més, la inversió creixent de projectes de infraestructures públiques i privades estan creant noves oportunitats de creixement del mercat.

Tot i que Amèrica del Sud, l'Orient Mitjà i Àfrica són les regions que tenen un pronòstic de creixement inferior, també s'anticipa un creixement ràpid del mercat. Les innovacions tecnològiques, el ràpid desenvolupament industrial, el canvi de polítiques governamentals, i l'augment dels sous en aquestes regions sumen al creixement d'indústries que utilitzen resines epoxy. A Amèrica del Sud, Brasil va encapsar el mercat en 2020 degut a la construcció, l'electrònica i el sector de transports del país. Degut a que hi ha plantes de fabricació limitades a l'Orient Mitjà i a l'Àfrica, aquests depenen de la importació de l'Àsia-Pacífic, Europa i Nord Amèrica. Tot i això, per reduir el temps i cost d'entrega, els fabricants principals estan començant a invertir en aquestes regions, per tant això crearà un ambient positiu per al creixement futur<sup>7</sup>.

### 7.2.3 Preu mig de la resina epoxy

En referència al preu mig de la resina epoxy, per al quart d'any acabant al març de 2022, els preus de la resina epoxy han sigut de 5370 \$/ton<sup>12</sup>, és a dir aproximadament, 5€/kg de resina. Pel que fa a Nord Amèrica, el preu mig ha sigut d'entre 6341 \$/ton- 6777 \$/ton<sup>10</sup>, és a dir, al voltant dels 6€/kg. Finalment, el preu mig de venda de resina epoxy a l'Àsia-Pacífic ha estat 700 \$/ton<sup>8</sup>, és a dir uns 3,43€/kg. Aleshores, per ajustar el preu el màxim possible, s'ha escollit un valor entre els preus de venda de totes aquestes regions, obtenint un preu mig de venda de la resina epoxy a EPOHARZ de 5,2 €/kg.

### 7.2.4 Preu mig dels reactius

D'altra banda, és imprescindible conèixer els preus mitjos dels reactius, els quals són el bisfenol a (BPA), l'epiclorhidrina (ECH), el BTMAC, el MIBK i el NaOH 18%.

En primer lloc, a la figura 5 es mostra l'evolució del preu del BPA al llarg del 2021<sup>9</sup>.

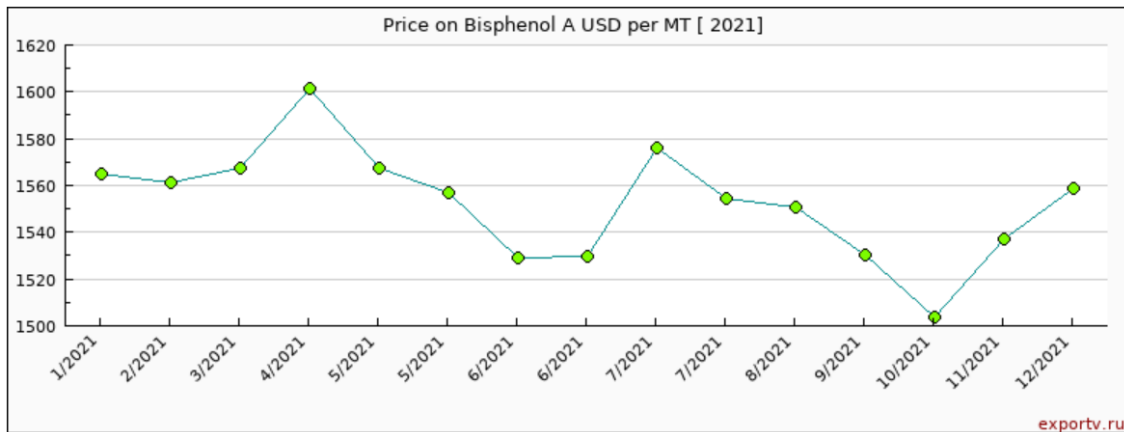


Figura 5: Evolució del preu del BTMAC del 2021

Com es pot observar, el preu per kilogram es trobava al voltant dels 1,55 \$/kg, però segons les estimacions del 2022, aquest preu baixarà fins a preus entre 1,3 \$/kg i 1,4\$/kg. Per tant, a EPOHARZ s'estima un preu mig de compra de 1,35 \$/kg, el que significa 1,25 €/kg.

Tot seguit, a la figura 6 s'observa de nou l'evolució de l'ECH al llarg del 2021<sup>10</sup>.

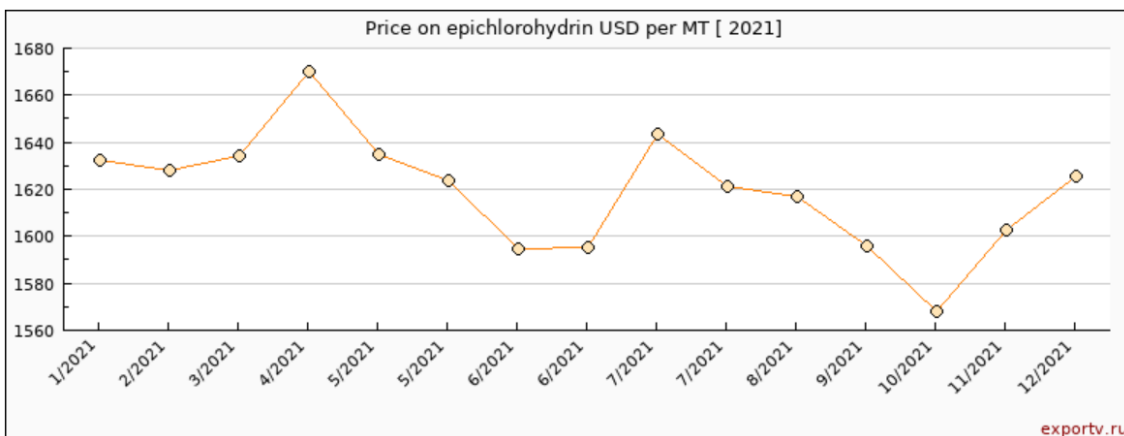


Figura 6: Evolució del preu del BTMAC del 2021

Es pot veure com el preu mig es troba al voltant dels 1,62 \$/kg, però com en el cas del BPA s'estima que pel 2022 baixin els preus, aleshores aquest es trobarien entre 1,5 \$/kg i 1,4 \$/kg. A EPOHARZ s'estima un preu mig d'1,45 \$/kg, el que significa 1,34 €/kg.

Seguidament, pel BTMAC s'ha trobat que el seu preu per kilogram és de 52,36 €/kg<sup>11</sup>.

A continuació, a la figura 7, s'observa l'evolució del preu del MIBK al llarg del maig de 2022<sup>12</sup>.

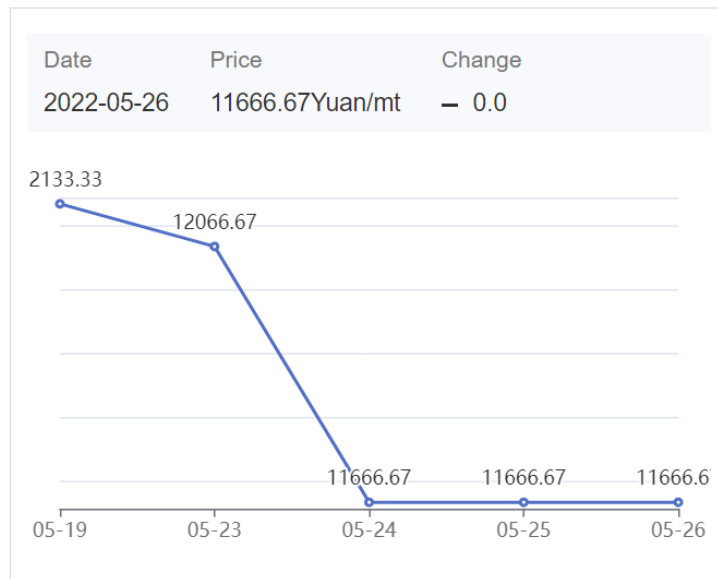


Figura 7: Evolució del preu del MIBK 05/2022

S'observa com el preu per kilogram es troba a dia 26/05/2022 a 11666,6 yuan/mt, el que significa 1624,38 €/mt. Per tant, a EPOHARZ s'estima un preu de compra de 1,6 €/kg.

Finalment, l'últim reactiu és el NaOH 18%. Cal esmentar que no s'ha pogut trobar preus de mercat de la dissolució, però si del NaOH pur. El seu preu a Europa al primer quart de 2022 correspon a 711 \$/ton<sup>13</sup>, és a dir 0,66 €/kg, però l'últim quart del 2021 es trobava a 0,51 €/kg, per tant, com aquests valors corresponen al NaOH pur i a EPOHARZ es compra amb la mescla al 18% ja realitzada, es considera que aquest serà un valor afegit, per tant el preu que s'utilitzarà als càlculs serà de 0,8 €/kg.

### 7.2.5 Preu mig dels subproductes

En la producció de la resina epoxy a EPOHARZ, s'obtenen dos subproductes, el 1,3-dicloro-2-propanol (DCP) i el clorur de sodi (NaCl).

El DCP es forma com a intermedi en el primer reactor, el RE-1001, tot seguit a l'evaporador EV-1001, pel corrent de vapor s'escapen ECH, H<sub>2</sub>O i DCP i posteriorment a la columna de rectificació, CR-1201, s'aconsegueix obtenir un corrent de DCP del 96% de puresa, l'altre 4% és ECH.



S'ha de mencionar, que no s'ha trobat el preu de mercat del DCP, però sí del seu enantiòmer, 2,3-dicloro-1-propanol (2,3-DCP)<sup>14</sup>. A la següent figura 8, es mostra l'evolució del (2,3-DCP) entre el 2018 i 2019.

**2018.11-2019.11 China - Spain 2,3-DICHLORO-1-PROPANOL Export Data**



Figura 8: Evolució del preu del 2,3-DCP entre el 2018 i 2019

El volum exportat total de 2,3-DCP de la Xina a Espanya entre el 2018 i 2019 va ser de 431175 kg i el valor de l'exportació de 2195747 \$. Per tant, el preu mig del 2,3-DCP va ser de 4,8 €/kg, aleshores a EPOHARZ s'escull aquest preu per la venda del DCP.

Com s'ha mencionat anteriorment, l'altre subproducte és el NaCl, aquest s'obté a partir del tractament de la salmorra que surt dels reactors RE-1101 i RE-1102. El tractament consisteix en una osmosis inversa per concentrar el corrent de sal i en un assecatge per atomitzador on s'obté la sal seca. S'ha trobat que el preu per kilogram al que es vendrà a ERCROS<sup>15</sup> és de 4,4 €/kg<sup>16</sup>.

### 7.2.6 Anàlisi DAFO

L'anàlisi DAFO és una eina utilitzada per empreses per analitzar la situació d'aquesta i poder prendre les decisions de futur adequades. En específic, aquest anàlisi es divideix en dues parts, la interna i la externa. La part interna estudia les fortaleeses i debilitats i la part externa les amenaces i oportunitats.

A continuació, havent realitzat un estudi exhaustiu del mercat, es procedeix a realitzar l'anàlisi DAFO per a HEPOHARZ. Els resultats obtinguts es poden observar a la taula 1.

Taula 1: Anàlisi DAFO

	<b>INTERNS</b>	<b>EXTERNNS</b>
<b>NEGATIUS</b>	<b>DEBILITATS</b>	<b>AMENACES</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresa nova al sector</li> <li>• Poca experiència al mercat</li> <li>• Inversió inicial elevada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volatilitat del preu de les matèries primeres</li> <li>• Alta competitivitat amb empreses de Catalunya</li> <li>• Volum elevat de producte exportat d'altres països</li> </ul>
<b>POSITIUS</b>	<b>FORTALESES</b>	<b>OPORTUNITATS</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producció en batch, per tant es pot assegurar la qualitat de cada lot i si hi ha un problema en un, no cal llençar tota la producció</li> <li>• Producció de dos subproductes</li> <li>• Recuperació de reactius i la seva reutilització</li> <li>• Puresa alta del producte final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expectativa de creixement del preu del producte final</li> <li>• Demanda constant i en augment</li> <li>• Possibilitat de comercialitzar formes diferents del producte</li> <li>• No hi ha estacionalitat en el consum, demanda continua durant tot l'any</li> </ul>

## 7.3 Avaluació de la viabilitat econòmica del projecte

A continuació s'estimaran tots els factors econòmics de les diverses partides implicades en l'economia del projecte. Els inpus que es tindran en compte són el capital immobilitzat, el capital circulant i els costos d'operació, els quals són els costos anteriors al procés i al projecte.

### 7.3.1 Despeses prèvies

Les despeses prèvies són el capital que ha de tenir l'empresa per a dur a terme les activitats que es realitzen abans de començar el projecte. Aquestes activitats engloben les despeses de gestió, la investigació, l'estudi de mercat, entre d'altres. En comparació amb els costos destinats al disseny, construcció i funcionament de la planta, aquests costos són una part poc notable dels costos totals.

### 7.3.2 Capital immobilitzat

El capital immobilitzat a referència als elements utilitzats com bens d'ús. Per tant, engloba tant la compra del terreny on es trobarà la planta, com la maquinària i aparells, canonades i vàlvules, és a dir, tots els elements que faran possible l'existència de la planta i el seu funcionament. Els costos del capital immobilitat es van retornant al llarg dels anys amb les amortitzacions corresponents. És important tenir en compte que, tret dels terrenys, el valor d'aquests béns disminueix a mesura que passa el temps.

#### 7.3.2.1 Cost del terreny

Els costos del terreny es calculen segons el mètode VIAN, on s'ha de tenir en compte el preu per metre quadrat de la zona on es construirà la planta així com l'àrea que ocuparà la parcel·la.

La planta de producció de resina epoxy de EPOHARZ es construirà al polígon industrial "Gasos Nobles" al terme municipal de la Canonja i té una superfície de 53235 m<sup>2</sup>.

Realitzant un estudi del preu de parcel·les industrials a la zona, s'ha obtingut en preu aproximat de 109 €/m<sup>19</sup>.

Així doncs, es procedeix a calcular el cost del terreny.

*Equació 1*

$$C_{\text{terreny}} = A_{\text{parcel·la}} \cdot P_{\text{parcel·la}}$$

On:

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

$$C_{\text{parcel·la}} = 53235 \cdot 109 = 5.802.615 \text{ €}$$

Per tant, el cost del terreny serà de **5.802.615 €**.

### 7.3.2.2 Cost dels equips

Per al cost dels equips, s'han utilitzat dos mètodes segons l'equip, el mètode algorítmic de Couper<sup>18</sup> i el mètode de correlacions de Sinnott R. & Towler G<sup>19</sup>. A més a més, pels equips dissenyats amb el simulador Aspen Exchanger Design & Rating V10, conegut com a HYSYS, de la casa comercial AspenTech, es determinarà el preu que estimi el programa.

- **Cost dels tancs d'emmagatzematge**

Pel càlcul del cost dels tancs d'emmagatzematge, s'ha utilitzat el mètode algorítmic de Couper, per tots els tancs menys pels de emmagatzematge de MIBK i ECH recuperada, s'ha calculat amb la fórmula dels tancs fabricats a tenda, però per aquests dos tipus de tanc, al superar les dimensions dels anteriors, el seu cost s'ha calculat a partir de la fórmula dels tancs construïts al lloc.

S'utilitza com exemple de càlcul el tanc TE-1601. Aquest tanc té un volum de 11465,07 gal, trobant-se dins del rang d'entre  $1300 < V < 21.000$  gal per a utilitzar la fórmula dels tancs fabricats a tenda.

Equació 2

$$C = 1,218 \cdot F_M \cdot \exp [2,631 + 1,3673 \cdot \ln(V) - 0,06309 \cdot \ln(V)^2]$$

On:

- C= cost de l'equip no instal·lat (\$).
- $F_M$ = factor de cost.
- V= volum (gal).

El valor del factor de cost, depèn del material del qual estigui construït el tanc, a EPOHARZ tots els tancs estan construïts amb AISI 316L, per tant, amb la taula 2, s'obté un valor de  $F_M$  de 2,7.

Taula 2: Factor de cost  $F_M$

Material of Construction	Cost Factor $F_M$
Stainless steel 316	2.7
Stainless steel 304	2.4
Stainless steel 347	3.0
Nickel	3.5
Monel	3.3
Inconel	3.8
Zirconium	11.0
Titanium	11.0
Brick-and-rubber-or brick-and-polyester-lined steel	2.75
Rubber- or lead-lined steel	1.9
Polyster, fiberglass-reinforced	0.32
Aluminium	2.7
Copper	2.3
Concrete	0.55

$$C = 1,218 \cdot 2,7 \cdot \exp [2,631 + 1,3673 \cdot \ln(11.465,07) - 0,06309 \cdot \ln(11.465,07)^2]$$

$$C = 65.491,76 \$$$

Per tant, el cost de l'equip no instal·lat és de 65.491,76 \$.

Però, aquest cost és pel 2002, per tant, s'ha d'actualitzar a l'any actual. Per actualitzar el cost es fan servir els CEPCI, és a dir els índex del cost de les plantes d'enginyeria química. El CEPCI del 2002 és de 395,6<sup>20</sup>, i s'actualitza al CEPCI més actual, el qual és del 2020 i correspon a 596,2<sup>21</sup>.

Equació 3

$$C_{actual} = C_{vell} \cdot \frac{CEPCI(2020)}{CEPCI(2002)}$$

On:

- $C_{actual}$  = cost actual (\$).
- $C_{vell}$  = cost vell (\$).

$CEPCI (2020)$  = índex del cost de les plantes d'enginyeria química al 2020

$CEPCI (2002)$  = índex del cost de les plantes d'enginyeria química al 2002

$$C_{actual} = 65.491,76 \cdot \frac{596,2}{395,6} = 98.701,18 \$$$

Un cop obtingut el valor del cost actual, es passa el preu obtingut en USD a Euro, tenint en compte que el valor de la taxa de canvi actual del mercat és de 0,93 €/\$. Aleshores, el preu en euros del tanc d'emmagatzematge TE-1601 és de 91.792,10 €.

Aquest procediment de càlcul és vàlid pels tancs d'emmagatzematge TE-1602, TE-1603, TE-1606, TE-1401, TE-1402, TE-1403, TE-1404, TE-1405, TE-1406, TE-1607 i TE-1608, TE-1610. Pels tancs TE-1604, TE-1605 i TE-1409, es canvia l'equació 2, per l'equació 4, i la resta de passos son els mateixos. A la taula 4 es mostra un resum dels costos de tots els tancs d'emmagatzematge.

*Equació 4*

$$C = 1,218 \cdot F_M \cdot \exp [11,662 - 0,6104 \cdot \ln(V) + 0,04536 \cdot \ln(V)^2]$$

Taula 3: Cost dels tancs d'emmagatzematge

Equip	Paràmetre característic	Paràmetre	Cost equip					
			Tancs	Volum (gal)	F <sub>M</sub>	Equació cost	C <sub>vell</sub> (\$)	CEPCI (2002)
TE-1601	11.465,07	2,7	65.491,76	65.491,76	395,6	596,2	98.701,18	91.792,10
TE-1602	11.465,07	2,7	65.491,76	65.491,76	395,6	596,2	98.701,18	91.792,10
TE-1603	11.465,07	2,7	65.491,76	65.491,76	395,6	596,2	98.701,18	91.792,10
TE-1604	52.623,07	2,7	106.655	106.655	395,6	596,2	160.737	149.486
TE-1605	52.623,07	2,7	106.655	106.655	395,6	596,2	160.737	149.486
TE-1606	6.591,09	2,7	57.891,92	57.891,92	395,6	596,2	87.247,63	81.140,30
TE-1401	6.894,9	2,7	58.560,70	58.560,7	395,6	596,2	88.255,54	82.077,65
TE-1402	6.894,9	2,7	58.560,70	58.560,7	395,6	596,2	88.255,54	82.077,65
TE-1403	6.894,9	2,7	58.560,70	58.560,7	395,6	596,2	88.255,54	82.077,65
TE-1404	6.894,9	2,7	58.560,70	58.560,7	395,6	596,2	88.255,54	82.077,65
TE-1405	6.894,9	2,7	58.560,70	58.560,7	395,6	596,2	88.255,54	82.077,65
TE-1406	6.894,9	2,7	58.560,70	58.560,7	395,6	596,2	88.255,54	82.077,65
TE-1407	17.541,02	2,7	70.134,37	70.134,37	395,6	596,2	105.698	98.299,09
TE-1408	17.541,02	2,7	70.134,37	70.134,37	395,6	596,2	105.698	98.299,09
TE-1409	23.685,67	2,7	81.328,87	81.328,87	395,6	596,2	122.569	113.989
TE-1410	15.501,62	2,7	68.913,93	68.913,93	395,6	596,2	103.859	96.588,56

El cost total dels tancs d'emmagatzematge és de **1.555.129 €**.

- **Cost dels tancs agitats**

Per al càlcul del cost dels tancs agitats, s'ha utilitzat el mètode de correlacions de Sinnott R. & Towler G. Primerament es calcula el preu del tanc i seguidament se li afegeix el preu de l'agitador.

S'utilitza com exemple de càlcul el tanc TA-1002. El cabal volumètric d'aquest tanc és de 15,25 L/s.

*Equació 5*

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

On:

- $C_e$  = cost de l'equip comprat.
- $a, b$  = constant del cost donats per la bibliografia.
- $S$  = paràmetre de grandària, en aquest cas el cabal volumètric (L/s).
- $n$  = exponencial del tipus d'equip donat per la bibliografia.

$$C_e = 570 + 1.170 \cdot 15,25^{0,4} = 4.049,32 \$$$

S'obté un valor del cost de l'equip de 4.049,32 \$. Aquest preu és l'estimat per un equip construït amb acer inoxidable 304, així que amb la taula 5, com el 304 i 316 tenen el mateix factor de cost relatiu a l'acer al carboni, el preu no variarà.

*Taula 4: Factors segons el material de construcció*

<b>Table 7.6 Materials Cost Factors, <math>f_m</math>, Relative to Plain Carbon Steel</b>	
<b>Material</b>	<b><math>f_m</math></b>
Carbon steel	1.0
Aluminum and bronze	1.07
Cast steel	1.1
304 stainless steel	1.3
316 stainless steel	1.3
321 stainless steel	1.5
Hastelloy C	1.55
Monel	1.65
Nickel and Inconel	1.7



Però, aquest cost és pel gener del 2020, per tant, s'ha d'actualitzar a l'any actual. Per actualitzar el cost es fan servir els CEPCI, és a dir els índex del cost de les plantes d'enginyeria química. El CEPCI del gener de 2020 és de 532,9, i s'actualitza al CEPCI més actual, el qual és el de l'any 2020 i correspon a 596,2<sup>21</sup>. Utilitzant l'equació 3, s'obté:

$$C_{actual} = 4.049,32 \cdot \frac{596,2}{532,9} = 4.530,31 \$$$

Un cop obtingut el valor del cost actual, es passa el preu obtingut en USD a Euro, tenint en compte que el valor de la taxa de canvi actual del mercat és de 0,93 €/\$. Aleshores, el preu en euros del tanc agitat no instal·lat és de 4.213,19 €.

Per acabar de completar els càlculs, es procedeix a calcular el preu de l'agitador. També s'empra el mètode de correlacions de Sinnott R. & Towler G.

$$C_e = 17.000 + 1.103 \cdot 21,87^{1,05} = 45.146 \$$$

I actualitzant aquest preu a 2020, i passant-lo a euros, el preu és de 46.973 €.

Aquest procediment de càlcul és vàlid pels tancs agitats TA-1001, TA-1003 i TA-1101. A la taula 7 es mostra un resum dels costos de tots els tancs agitats.

Taula 5: Cost dels tancs agitats

Equip	Paràmetre característic	Paràmetres			Cost equip				
Tancs	Cabal (L/s)	a	b	n	C <sub>vell</sub> (\$)	CEPCI (G-2020)	CEPCI (2020)	C (2020) (\$)	C (2020) (€)
TA-1001	101,5	570	1.170	0,4	1.740	532,9	596,2	1.946,68	1.810,42
TA-1002	6305,26	570	1.170	0,4	4.049,32	532,9	596,2	4.530,31	4.213,19
TA-1003	3998,8	570	1.170	0,4	1.740	532,9	596,2	1.946,68	1.810,42
TA-1101	6714,6	570	1.170	0,4	4.174,59	532,9	596,2	4.670,46	4.343,53
Agitador	P (kW)	a	b	n	C <sub>vell</sub> (\$)	CEPCI (G-2020)	CEPCI (2020)	C (2020) (\$)	C (2020) (€)
TA-1001	1,68	17.000	1.130	1,05	18.902	532,9	596,2	21.146,96	19.666,67
TA-1002	21,87	17.000	1.130	1,05	45.146	532,9	596,2	50.508,63	46.973,02
TA-1003	33,6	17.000	1.130	1,05	61.180,61	532,9	596,2	68.447,89	63.656,54
TA-1101	4,29	17.000	1.130	1,05	22.089,27	532,9	596,2	24.713,12	22.983,21

El cost total dels tancs agitats és de **165.457 €**.

- **Cost dels tancs pulmó**

Per al càlcul del cost dels tancs pulmó, s'ha seguit el mateix procediment que per al càlcul dels tancs agitats, excloent el càlcul de l'agitador.

Taula 6: Cost dels tancs pulmó

Equip	Paràmetre característic	Paràmetres			Cost equip				
		a	b	n	C <sub>vell</sub> (\$)	CEPCI (G-2020)	CEPCI (2020)	C (\$)	C (€)
TP-1001	0,5	570	1.170	0,4	1.456,69	532,9	596,2	1.629,73	1.515,65
TP-1101	1,47	570	1.170	0,4	1.934,94	532,9	596,2	2.164,78	2.013,24
TP-1102	0,55	570	1.170	0,4	1.491,15	532,9	596,2	1.668,28	1.551,50
TP-1201	0,5	570	1.170	0,4	1.456,69	532,9	596,2	1.629,73	1.151,65
TP-1202	15,25	570	1.170	0,4	4.049,32	532,9	596,2	4.530,31	4.213,19
TP-1203	27,36	570	1.170	0,4	4.965,74	532,9	596,2	5.555,59	5.166,70

El cost total dels tancs pulmó és de **15.975,92 €**.

- **Cost dels bescanviadors de calor, evaporadors i columna de rectificació**

El cost dels intercanviadors de calor, evaporadors i columna de rectificació ve donat pel simulador Aspen Exchanger Design & Rating V10, conegut com a HYSYS, de la casa comercial AspenTech, es determinarà el preu que estimi el programa.

Taula 7: Cost dels bescanviadors, evaporadors i columna de rectificació

Ítem	Equip	Cost equip (€)
BC-1001	Bescanviador de calor	70.704,65
BC-1002	Bescanviador de calor	68.655,24
BC-1003	Bescanviador de calor	99.396,38
BC-1101	Bescanviador de calor	73.499,29
BC-1102	Bescanviador de calor	147.744
BC-1201	Bescanviador de calor	68.655,24
BC-1202	Bescanviador de calor	69.400,48
EV-1001	Evaporador	87.658,85
EV-1101	Evaporador	102.284
CR-1201	Columna de rectificació	322.689

El cost total dels bescanviadors de calor és de **598.055 €**, el dels evaporadors de **189.943 €** i el de la columna de **322.689 €**.

- **Cost dels reactors**

Per al càlcul del cost dels reactors, s'ha utilitzat el mètode de correlacions de Sinnott R. & Towler G per a reactors encamisats i agitats.

S'utilitza com exemple de càlcul el reactor RE-1001. El volum d'aquest reactor és de 17 m<sup>3</sup>.

Equació 6

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

On:

- $C_e$  = cost de l'equip comprat.
- $a, b$  = constant del cost donats per la bibliografia.
- $S$  = paràmetre de grandària, en aquest cas el volum (L).
- $n$  = exponencial del tipus d'equip donat per la bibliografia.

$$C_e = 61.500 + 32.500 \cdot 17^{0,8} = 375.004 \$$$

S'obté un valor del cost de l'equip de 375.004 \$. Aquest preu és l'estimat per un equip construït amb acer inoxidable 304, així que amb la taula 10, com el 304 i 316 tenen el mateix factor de cost relatiu a l'acer al carboni, el preu no variarà.

Taula 8: Factors segons el material de construcció

Material	$f_m$
Carbon steel	1.0
Aluminum and bronze	1.07
Cast steel	1.1
304 stainless steel	1.3
316 stainless steel	1.3
321 stainless steel	1.5
Hastelloy C	1.55
Monel	1.65
Nickel and Inconel	1.7

Però, aquest cost és pel gener del 2020, per tant, s'ha d'actualitzar a l'any actual. Per actualitzar el cost es fan servir els CEPCI, és a dir els índex del cost de les plantes d'enginyeria química. El CEPCI del gener de 2020 és de 532,9, i s'actualitza al CEPCI més actual, el qual és el de l'any 2020 i correspon a 596,2<sup>21</sup>. Utilitzant l'equació 3, s'obté:

$$C_{actual} = 375.004 \cdot \frac{596,2}{532,9} = 565.160 \$$$

Un cop obtingut el valor del cost actual, es passa el preu obtingut en USD a Euro, tenint en compte que el valor de la taxa de canvi actual del mercat és de 0,93 €/\$. Aleshores, el preu en euros del reactor encamisat agitat no instal·lat és de 525.498 €. A la taula 11 es mostra un resum dels costos de tots els reactors.

Taula 9: Cost dels reactors

Equip	Paràmetre característic	Paràmetres			Cost equip				
Reactor	Volum (L)	a	b	n	C <sub>vell</sub> (\$)	CEPCI (G-2020)	CEPCI (2020)	C (\$)	C (€)
RE-1001	17	61.500	32.500	0,8	375.004	532,9	596,2	419.548	390.180
RE-1101	33	61.500	32.500	0,8	594.460	532,9	596,2	665.072	681.517
RE-1102	31	61.500	32.500	0,8	568.549	532,9	596,2	635.983	591.464

El cost total dels reactors és de **1.600.161 €**.

- **Cost de l'atomitzador**

Per al càlcul del cost de l'atomitzador, s'ha utilitzat el mètode de correlacions de Sinnott R. & Towler G per al "Spray dryer".

*Equació 7*

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

On:

- $C_e$  = cost de l'equip comprat.
- $a, b$  = constant del cost donats per la bibliografia.
- $S$  = paràmetre de grandària, en aquest cas el cabal d'evaporació (kg/h).
- $n$  = exponencial del tipus d'equip donat per la bibliografia.

$$C_e = 410.000 + 2.200 \cdot 800^{0,7} = 646.911 \$$$

S'obté un valor del cost de l'equip de 646.911 \$. Aquest preu és l'estimat per un equip construït amb acer inoxidable 304, així que amb la taula 12, com el 304 i 316 tenen el mateix factor de cost relatiu a l'acer al carboni, el preu no variarà.

*Taula 10: Factors segons el material de construcció*

Material	$f_m$
Carbon steel	1.0
Aluminum and bronze	1.07
Cast steel	1.1
304 stainless steel	1.3
316 stainless steel	1.3
321 stainless steel	1.5
Hastelloy C	1.55
Monel	1.65
Nickel and Inconel	1.7

Però, aquest cost és pel gener del 2020, per tant, s'ha d'actualitzar a l'any actual. Per actualitzar el cost es fan servir els CEPCI, és a dir els índex del cost de les plantes d'enginyeria química. El CEPCI del gener de 2020 és de 532,9, i s'actualitza al CEPCI més actual, el qual és el de l'any 2020 i correspon a 596,2<sup>21</sup>. Utilitzant l'equació 3, s'obté:

$$C_{actual} = 646.911 \cdot \frac{596,2}{532,9} = 723.754 \$$$

Un cop obtingut el valor del cost actual, es passa el preu obtingut en USD a Euro, tenint en compte que el valor de la taxa de canvi actual del mercat és de 0,93 €/\$. Aleshores, el preu en euros de l'atomitzador no instal·lat és de **673.091 €**.

- **Cost de la osmosis inversa**

L'equip d'osmosis inversa es decideix comprar-lo de catàleg. Sabent que el cabal màssic correspon a 2861,8 kg/h i el cabal volumètric a 2438,1 L/h.

A EPOHARZ s'ha decidit comprar l'equip d'osmosi inversa a l'empresa IDEAGUA. Estudiant el catàleg, l'equip que compleix la condició del cabal és l'OI3180<sup>24</sup>. El seu cost és de **23.087 €**.

- **Cost de la torre de refrigeració**

Per al càlcul del cost de la torre de refrigeració, s'ha utilitzat el mètode de correlacions de Sinnot R. & Towler G per al "Spray dryer".

*Equació 8*

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

On:

- $C_e$  = cost de l'equip comprat.
- $a, b$  = constant del cost donats per la bibliografia.
- $S$  = paràmetre de grandària, en aquest cas el cabal (L/s).
- $n$  = exponencial del tipus d'equip donat per la bibliografia.

$$C_e = 170.000 + 1.500 \cdot 48,53^{0,9} = 219.377 \$$$

S'obté un valor del cost de l'equip de 219.377 \$. Aquest preu és l'estimat per un equip construït amb acer inoxidable 304, així que amb la taula 13, com el 304 i 316 tenen el mateix factor de cost relatiu a l'acer al carboni, el preu no variarà.



Taula 11: Factors segons el material de construcció

Material	$f_m$
Carbon steel	1.0
Aluminum and bronze	1.07
Cast steel	1.1
304 stainless steel	1.3
316 stainless steel	1.3
321 stainless steel	1.5
Hastelloy C	1.55
Monel	1.65
Nickel and Inconel	1.7

Però, aquest cost és pel gener del 2020, per tant, s'ha d'actualitzar a l'any actual. Per actualitzar el cost es fan servir els CEPCI, és a dir els índex del cost de les plantes d'enginyeria química. El CEPCI del gener de 2020 és de 532,9, i s'actualitza al CEPCI més actual, el qual és el de l'any 2020 i correspon a 596,2<sup>21</sup>. Utilitzant l'equació 3, s'obté:

$$C_{actual} = 219.377 \cdot \frac{596,2}{532,9} = 245.435 \$$$

Un cop obtingut el valor del cost actual, es passa el preu obtingut en USD a Euro, tenint en compte que el valor de la taxa de canvi actual del mercat és de 0,93 €/\$. Aleshores, el preu en euros de la torre de refrigeració no instal·lada és de **228.255** €.

- **Cost del chiller**

Per al càlcul del cost del chiller, s'ha utilitzat el mètode de correlacions de Sinnott R. & Towler G per al "Spray dryer".

Equació 9

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

On:

- $C_e$  = cost de l'equip comprat.
- $a, b$  = constant del cost donats per la bibliografia.
- $S$  = paràmetre de grandària, en aquest cas la potència (kW).

- $n$  = exponencial del tipus d'equip donat per la bibliografia.

$$C_e = 24.000 + 3.500 \cdot 1038,2^{0,9} = 1.838.350 \$$$

S'obté un valor del cost de l'equip de 1.838.350 \$. Aquest preu és l'estimat per un equip construït amb acer inoxidable 304, així que amb la taula 14, com el 304 i 316 tenen el mateix factor de cost relatiu a l'acer al carboni, el preu no variarà.

Taula 12: Factors segons el material de construcció

Table 7.6 Materials Cost Factors, $f_m$ , Relative to Plain Carbon Steel	
Material	$f_m$
Carbon steel	1.0
Aluminum and bronze	1.07
Cast steel	1.1
304 stainless steel	1.3
316 stainless steel	1.3
321 stainless steel	1.5
Hastelloy C	1.55
Monel	1.65
Nickel and Inconel	1.7

Però, aquest cost és pel gener del 2020, per tant, s'ha d'actualitzar a l'any actual. Per actualitzar el cost es fan servir els CEPCI, és a dir els índex del cost de les plantes d'enginyeria química. El CEPCI del gener de 2020 és de 532,9, i s'actualitza al CEPCI més actual, el qual és el de l'any 2020 i correspon a 596,2<sup>21</sup>. Utilitzant l'equació 3, s'obté:

$$C_{actual} = 1.838.350 \cdot \frac{596,2}{532,9} = 2.056.716 \$$$

Un cop obtingut el valor del cost actual, es passa el preu obtingut en USD a Euro, tenint en compte que el valor de la taxa de canvi actual del mercat és de 0,93 €/\$. Aleshores, el preu en euros del chiller no instal·lat és de **1.912.746 €**.

- **Cost de les calderes**

Per al càlcul del cost de les calderes, s'ha utilitzat el mètode de correlacions de Sinnott R. & Towler G. S'ha utilitzat la caldera CA-1801 com exemple de càlcul.

Equació 10

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

On:

- $C_e$  = cost de l'equip comprat.
- $a, b$  = constant del cost donats per la bibliografia.
- $S$  = paràmetre de grandària, en aquest cas el cabal (kg/h).
- $n$  = exponencial del tipus d'equip donat per la bibliografia.

$$C_e = 124.000 + 10 \cdot 2223,1^1 = 146.231 \$$$

S'obté un valor del cost de l'equip de 1.838.350 \$. Aquest preu és l'estimat per un equip construït amb acer inoxidable 304, així que amb la taula 15, com el 304 i 316 tenen el mateix factor de cost relatiu a l'acer al carboni, el preu no variarà.

Taula 13: Factors segons el material de construcció

Material	$f_m$
Carbon steel	1.0
Aluminum and bronze	1.07
Cast steel	1.1
304 stainless steel	1.3
316 stainless steel	1.3
321 stainless steel	1.5
Hastelloy C	1.55
Monel	1.65
Nickel and Inconel	1.7

Però, aquest cost és pel gener del 2020, per tant, s'ha d'actualitzar a l'any actual. Per actualitzar el cost es fan servir els CEPCI, és a dir els índex del cost de les plantes d'enginyeria química. El CEPCI del gener de 2020 és de 532,9, i s'actualitza al CEPCI més actual, el qual és el de l'any 2020 i correspon a 596,2<sup>21</sup>. Utilitzant l'equació 3, s'obté:

$$C_{actual} = 146.231 \cdot \frac{596,2}{532,9} = 163.601 \$$$

Un cop obtingut el valor del cost actual, es passa el preu obtingut en USD a Euro, tenint en compte que el valor de la taxa de canvi actual del mercat és de 0,93 €/\$. Aleshores, el preu en euros de la caldera de vapor (CA-1801) no instal·lada és de **152.149 €**.

Fent el mateix procediment per la caldera d'oli tèrmic CA-1802, i tenint en compte que el seu cabal és de 5810 kg/h, s'obté un preu en euros de la caldera no instal·lada de **189.469 €**.

- **Cost dels desionitzadors**

Per al càlcul del cost dels desionitzadors, s'ha utilitzat el mètode de correlacions de Sinnott R. & Towler G. S'ha utilitzat el desionitzador DI-1901 com exemple de càlcul.

*Equació 11*

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

On:

- $C_e$  = cost de l'equip comprat.
- $a, b$  = constant del cost donats per la bibliografia.
- $S$  = paràmetre de grandària, en aquest cas el cabal ( $m^3/h$ ).
- $n$  = exponencial del tipus d'equip donat per la bibliografia.

$$C_e = 14.000 + 6.200 \cdot 40^{0,75} = 112.614 \$$$

S'obté un valor del cost de l'equip de 112.614 \$. Aquest preu és l'estimat per un equip construït amb acer inoxidable 304, així que amb la taula 15, com el 304 i 316 tenen el mateix factor de cost relatiu a l'acer al carboni, el preu no variarà.

Taula 14: Factors segons el material de construcció

Material	$f_m$
Carbon steel	1.0
Aluminum and bronze	1.07
Cast steel	1.1
304 stainless steel	1.3
316 stainless steel	1.3
321 stainless steel	1.5
Hastelloy C	1.55
Monel	1.65
Nickel and Inconel	1.7

Però, aquest cost és pel gener del 2020, per tant, s'ha d'actualitzar a l'any actual. Per actualitzar el cost es fan servir els CEPCI, és a dir els índex del cost de les plantes d'enginyeria química. El CEPCI del gener de 2020 és de 532,9, i s'actualitza al CEPCI més actual, el qual és el de l'any 2020 i correspon a 596,2<sup>21</sup>. Utilitzant l'equació 3, s'obté:

$$C_{actual} = 112.614 \cdot \frac{596,2}{532,9} = 125.990 \$$$

Un cop obtingut el valor del cost actual, es passa el preu obtingut en USD a Euro, tenint en compte que el valor de la taxa de canvi actual del mercat és de 0,93 €/\$. Aleshores, el preu en euros del desionitzador DI-1901 no instal·lat és de 117.171 €. Com es tenen vuit desionitzadors iguals, el total de tots els desionitzadors és de **937.368 €**.

- **Cost de les bombes**

Per al càlcul del cost de les bombes, s'ha utilitzat el mètode de correlacions de Sinnott R. & Towler G. S'ha utilitzat la bomba CP-101 com exemple de càlcul.

Equació 12

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

On:

- $C_e$  = cost de l'equip comprat.
- $a, b$  = constant del cost donats per la bibliografia.
- $S$  = paràmetre de grandària, en aquest cas el cabal (L/s).
- $n$  = exponencial del tipus d'equip donat per la bibliografia.

$$C_e = 8.000 + 240 \cdot 15,25^{0,9} = 10.785,65 \$$$

S'obté un valor del cost de l'equip de 10.785,65 \$. Aquest preu és l'estimat per un equip construït amb acer inoxidable 304, així que amb la taula 15, com el 304 i 316 tenen el mateix factor de cost relatiu a l'acer al carboni, el preu no variarà.

Taula 15: Factors segons el material de construcció

<b>Table 7.6 Materials Cost Factors, <math>f_m</math>, Relative to Plain Carbon Steel</b>	
<b>Material</b>	<b><math>f_m</math></b>
Carbon steel	1.0
Aluminum and bronze	1.07
Cast steel	1.1
304 stainless steel	1.3
316 stainless steel	1.3
321 stainless steel	1.5
Hastelloy C	1.55
Monel	1.65
Nickel and Inconel	1.7

Però, aquest cost és pel gener del 2020, per tant, s'ha d'actualitzar a l'any actual. Per actualitzar el cost es fan servir els CEPCI, és a dir els índex del cost de les plantes d'enginyeria química. El CEPCI del gener de 2020 és de 532,9, i s'actualitza al CEPCI més actual, el qual és el de l'any 2020 i correspon a 596,2<sup>21</sup>. Utilitzant l'equació 3, s'obté:

$$C_{actual} = 10.786,65 \cdot \frac{596,2}{532,9} = 12.067,93 \$$$

Un cop obtingut el valor del cost actual, es passa el preu obtingut en USD a Euro, tenint en compte que el valor de la taxa de canvi actual del mercat és de 0,93 €/\$. Aleshores, el preu en euros de la bomba CP-101 no instal·lada és de 11.223,18 €. A la taula 16 es mostren els preus de totes les bombes.

Taula 16: Cost de les bombes

Equip	Paràmetre característic	Paràmetres			Cost equip				
Bomba	Cabal (L/s)	a	b	n	C <sub>vell</sub> (\$)	CEPCI (G-2020)	CEPCI (2020)	C (\$)	C (€)
CP-101/102	15,25	8000	240	0,9	10.786,65	532,9	596,2	12.067,93	11.223,18
CP-103/104	1,39	8000	240	0,9	8.323,72	532,9	596,2	9.312,45	8.660,58
CP-105/106	3,95	8000	240	0,9	8.826,32	532,9	596,2	9.874,75	9.183,51
CP-111/112	16,09	8000	240	0,9	10.924,27	532,9	596,2	12.221,90	11.366,36
CP-113/114	16,13	8000	240	0,9	10.931,54	532,9	596,2	12.230,03	11.373,93
CP-115/116	1,96	8000	240	0,9	8.440,57	532,9	596,2	9.443,18	8.782,15
CP-117/118	4,45	8000	240	0,9	8.919,37	532,9	596,2	9.978,85	9.280,33
CP-119/120	0,84	8000	240	0,9	8.204,90	532,9	596,2	9.179,51	8.536,95
CP-121/122	0,97	8000	240	0,9	8.232,79	532,9	596,2	9.210,71	8.565,96
CP-123/124	3,14	8000	240	0,9	8.671,91	532,9	596,2	9.701,99	9.022,85
CP-125/126	0,68	8000	240	0,9	8.169,12	532,9	596,2	9.139,48	8.499,72
CP-127/128	0,66	8000	240	0,9	8.164,12	532,9	596,2	9.133,89	8.494,51
CP-129/130	0,81	8000	240	0,9	8.197,56	532,9	596,2	9.171,30	8.529,31
CP-141/142	5,50	8000	240	0,9	9.113,11	532,9	596,2	10.195,60	9.481,91
CP-143/144	8,77	8000	240	0,9	9.693,89	532,9	596,2	10.845,37	10.086,20
CP-145/146	13,37	8000	240	0,9	10.476,25	532,9	596,2	11.720,66	10.900,21
CP-147/148	5,70	8000	240	0,9	9.148,97	532,9	596,2	10.235,72	9.519,22
CP-161/162	4,28	8000	240	0,9	8.887,78	532,9	596,2	9.943,51	9.247,47
CP-163/164	19,05	8000	240	0,9	11.405,00	532,9	596,2	12.759,73	11.866,55
CP-165/166	2,31	8000	240	0,9	8.510,09	532,9	596,2	9.520,96	8.854,49
CP-167/168	13,37	8000	240	0,9	10.476,25	532,9	596,2	11.720,66	10.900,21
CP-169/170	8,77	8000	240	0,9	9.693,89	532,9	596,2	10.845,37	10.086,20
CP-171/172	4,44	8000	240	0,9	8.917,30	532,9	596,2	9.976,54	9.278,18
GVD-101	111,11	8000	240	0,9	24.649,19	532,9	596,2	27.577,11	25.646,72
GVD-111	111,11	8000	240	0,9	24.649,19	532,9	596,2	27.577,11	25.646,72

El cost de totes les bombes no instal·lades és de **273.033 €**.

- **Cost de l'estació transformadora**

Fent un estudi del mercat<sup>22</sup> de les estacions transformadores, el cost aproximat per un generador de 4500 kVA és de 660.000 €, per tant, com es necessiten dos per abastir a la planta, el preu total serà de **1.320.000 €**.

### 7.3.2.3 Mètode de VIAN

Una vegada calculats els costos de tots els equips i del terreny, es procedeix a calcular a través del mètode VIAN el cost total del capital immobilitzat. Els resultats obtinguts es poden observar a la taula 15.

Taula 17: Estimació pel mètode VIAN del càlcul del capital immobilitzat

Paràmetre	Factor	Cost (€)
I1 (Maquinària i aparells)	X	10.156.608,36
I2 (Instal·lació)	0,4X	4.062.643,34
I3 (Canonades i vàlvules)	0,6X	6.093.965,01
I4 (Instrumentació)	0,1X	1.015.660,84
I5 (Aïllaments)	0,05X	507.830,42
I6 (Instal·lació elèctrica)	0,15X	1.523.491,25
I7 (Terrenys i edificis)		
<i>I7.1 (Terrenys)</i>	Valoració concreta	5.802.615,00
<i>I7.2 (Edificacions interiors)</i>	0,25X	2.539.152,09
<i>I7.3 (Edificacions mixtes)</i>	0,12X	1.218.793,00
<i>I7.4 (Edificacions exteriors)</i>	0,05X	507.830,42
I8 (Instal·lacions auxiliars)	0,3X	3.046.982,51
Y (Factor primari)	$Y = \sum_i^8 I_i$	36.475.572,24
I9 (Projecte i direcció d'obra i muntatge)	0,25Y	9.118.893,06
Z (Capital secundari)	$Z = Y + I9$	45.594.465,30
I10 (Contractista)	0,06Z	2.735.667,92
I11 (Despeses no previstes)	0,2Z	9.118.893,06
<b>Capital immobilitzat (€)</b>		<b>57.449.026,28</b>



### 7.3.3 Capital circulant

El capital circulant és el conjunt de diners que disposa l'empresa per a poder utilitzar-lo en qualsevol moment. És el capital necessari per comprar matèries primeres, serveis, pagar els sous, és a dir la quantitat de diners que es necessita des de que es comença la producció fins al seu final, el que significa, la venda. Aquesta inversió es recupera l'últim any.

Per a la realització del càlcul d'aquesta inversió, s'ha utilitzat el mètode global, el qual estima que aquest valor correspon entorn del 10 al 30% del capital immobilitzat. Per tant, s'ha escollit un valor mitjà del 20%.

*Equació 13*

$$C_C = 0,20 \cdot I$$

On:

- $C_C$  = capital circulant (€).
- $I$  = capital immobilitzat (€).

$$C_C = 0,20 \cdot 57.449.026 \text{ €} = 11.489.805 \text{ €}$$

El valor del capital circulant és de **11.489.805 €**.

### 7.3.4 Inversió inicial total

Un cop calculats el capital immobilitzat i el circulant, el sumant d'aquest dos correspondrà a la inversió inicial total que requereix la planta de producció de resina epoxy de EPOHARZ. A la taula 18 es mostren els valors d'aquestes inversions.

*Taula 18: Inversió inicial total*

	Inversió (€)
<b>Capital immobilitzat</b>	57.449.026,28
<b>Capital circulant</b>	11.489.805,26
<b>Inversió inicial total</b>	68.938.831,54

### 7.3.5 Costos d'operació

Els costos d'operació corresponen al capital invertit en béns i serveis per dur a terme la producció de la planta. Aquests costos es classifiquen en costos de fabricació (M) i costos generals (G). Alhora, aquests estant subdividits en diferents partides: els costos fixos, no varien segons la producció, i els costos variables, lligats a la variació de la producció. Així mateix, també es classifiquen en directes, atribuïbles al producte, i indirectes els quals fan referència a la producció en general.

#### 7.3.5.1 Costos de fabricació

Els costos de fabricació (M) es divideixen en dos grups, els directes i els indirectes. Dins dels directes es troben els costos de les matèries primeres, la ma d'obra directa i les patents. Els costos indirectes fan referència a la ma d'obra indirecta, els serveis, subministres, laboratori, empleats, entre d'altres. És a dir, els costos directes són els que s'atribueixen al producte i els indirectes s'atribueixen a la producció en general.

A continuació, a la taula es mostra la classificació que es seguirà.

*Taula 19: Costos de fabricació (M)*

Costos directes	Costos indirectes	
	Variables	Fixes
M1. Matèries primeres	M4. Ma d'obra indirecta	M11. Directius i empleats
M2. Ma d'obra directa	M5. Serveis generals	M12. Amortització
M3. Patents	M6. Subministres	M13. Lloguers
	M7. Conservació	M14. Impostos fàbrica
	M8. Laboratori	M15. Assegurances
	M9. Envasat	
	M10. Expedició	

- **M1. Matèries primeres**

Aquest apartat fa referència a les matèries primeres necessàries per a fabricar la resina epoxy. El preu de cada element es calcula multiplicant la quantitat necessària anualment pel seu preu de mercat. La taula 20 mostren aquests costos.

Taula 20: Costs de matèries primeres

<b>Matèria prima</b>	<b>Quantitat anual (T/any)</b>	<b>Cost unitari (€/T)</b>	<b>Cost anual (€/any)</b>
BPA	8.458,5	1.250	10.573.144
ECH	11.017,5	1.340	14.763.490
BTMAC	11,36	1.515	17.214
NaOH	3.417,6	800	2.734.090
MIBK	227,84	1.600	364.536
<b>Cost total M1 (€)</b>			<b>28.452.473</b>

El cost total de les matèries primeres és de **28.452.473 €**.

• **M2. Ma d'obra directa**

Els costos de la ma d'obra directa s'atribueixen als costos pels treballadors de la planta. Per fer la distribució de sous, s'ha seguit el *Conveni General de la Indústria Química*<sup>23</sup> del BOE. Aquests sous depenen del grup professional al qual es trobi el treballador i aquest conveni marca els sous mínims que s'han de complir segons cada grup. Tal i com s'ha explicat al **Capítol 9. Operació en planta**, a EPOHARZ hi ha 3 tipus de torns: el partit, el rotatiu i el cinquè torn. A més a més s'ha de tenir en compte que els costos no solament son el salari brut, sinó que l'empresa ha de pagar també al voltant del 30% dels sous a la Seguretat Social. Seguidament a la taula 21 es mostren els llocs de treball així com les seves característiques i sous.

Taula 21: Estimació del cost de ma d'obra directa segons els sous bruts anuals dels treballadors

		Grup professional	Personal	Jornada	Sou brut anual (€/any)	Seguretat social (30%)	Cost anual (€/any)
Direcció	President	8	1	Partit	150.000,00	45.000,00	195.000,00
	Director recursos humans	8	1	Partit	100.000,00	30.000,00	130.000,00
	Director tècnic	8	1	Partit	130.000,00	39.000,00	169.000,00
	Director financer	8	1	Partit	130.000,00	39.000,00	169.000,00
	Director d'estratègia comercial	8	1	Partit	120.000,00	36.000,00	156.000,00
	Director d'operacions	8	1	Partit	130.000,00	39.000,00	169.000,00
	Secretari de direcció	5	2	Partit	28.000,00	8.400,00	72.800,00
	Responsable tècnic d'informàtica	7	1	Partit	40.000,00	12.000,00	52.000,00
Finances i compres	Tècnic comercial	6	2	Partit	31.000,00	9.300,00	80.600,00
	Auxiliar administratiu	5	1	Partit	28.000,00	8.400,00	36.400,00

Taula 22: Estimació del cost de ma d'obra directa segons els sous bruts anuals dels treballadors

Màrqueting	Cap del departament de màrqueting	7	1	Partit	45.000,00	13.500,00	58.500,00
	Personal de departament	5	2	Partit	28.000,00	8.400,00	72.800,00
I+D	Cap de I+D	7	1	Partit	50.000,00	15.000,00	65.000,00
	Tècnic del departament I+D	5	2	Partit	28.000,00	8.400,00	72.800,00
	Auxiliar de laboratori	4	2	Partit	25.000,00	7.500,00	65.000,00
Logística	Responsable de logística	7	2	Partit	60.000,00	18.000,00	156.000,00
	Tècnics de logística	7	2	Partit	50.000,00	15.000,00	130.000,00
	Operador de magatzem	4	2	Rotatiu	25.000,00	7.500,00	65.000,00
Control industrial	Responsable de control industrial	7	1	Partit	60.000,00	18.000,00	78.000,00
	Tècnic de control industrial	6	1	Partit	31.000,00	9.300,00	40.300,00
Enginyeria i manteniment	Cap d'enginyeria	7	1	Partit	60.000,00	18.000,00	78.000,00
	Tècnics d'enginyeria	6	2	Rotatiu	31.000,00	9.300,00	80.600,00
	Cap de manteniment	7	2	Rotatiu	50.000,00	15.000,00	130.000,00
	Operari de manteniment	5	2	Rotatiu	28.000,00	8.400,00	72.800,00
	Operari de manteniment	5	5	Cinquè torn	28.000,00	8.400,00	182.000,00
Producció	Plant manager	7	1	Cinquè torn	70.000,00	21.000,00	91.000,00
	Cap de torn	7	5	Cinquè torn	60.000,00	18.000,00	390.000,00
	Tècnics de producció	5	2	Rotatiu	28.000,00	8.400,00	72.800,00
	Operaris	4	15	Cinquè torn	25.000,00	7.500,00	487.500,00

Taula 23: Estimació del cost de ma d'obra directa segons els sous bruts anuals dels treballadors

Qualitat	Responsable de control de qualitat	7	1	Partit	55.000,00	16.500,00	71.500,00
	Tècnic de laboratori	6	2	Rotatiu	31.000,00	9.300,00	80.600,00
	Tècnic analista	4	5	Cinquè torn	25.000,00	7.500,00	162.500,00
HSE i medi ambient	Responsable de HSE	7	1	Partit	60.000,00	18.000,00	78.000,00
	Tècnic de seguretat	6	1	Partit	31.000,00	9.300,00	40.300,00
	Tècnic de prevenció	6	1	Partit	31.000,00	9.300,00	40.300,00
	Tècnic de medi ambient	6	1	Partit	31.000,00	9.300,00	40.300,00
Neteja	Encarregat de torn	2	2	Rotatiu	22.000,00	6.600,00	57.200,00
	Personal de neteja	1	5	Rotatiu	20.000,00	6.000,00	130.000,00

Aleshores, els costos totals anuals destinats a la ma d'obra directa (M2) són **4.318.600 €**.

- **M3. Patents**

Les patents són drets exclusius que es concedeixen a invencions. Per a poder realitzar aquest projecte, es va dur a terme un exhaustiu estudi previ utilitzant patents. Les patents tenen una validesa entre 15 i 20 anys, aleshores i s'utilitza una patent dins del període de validesa, s'ha de pagar per aquest ús, però si t'utilitza fora d'aquest termini, no se li aplica cap cost aquesta utilització.

Tal i com s'ha esmentat anteriorment, EPOHARZ ha utilitzat diverses patents, però totes elles tenen més de 15 anys de vida, per tant, el cost resultant de l'aplicació d'aquestes és nul.

- **M4. Ma d'obra indirecta**

La ma d'obra indirecta fa referència als costos que no intervenen directament al procés productiu. Es pot estimar que correspon entre un 12 i 45% del cost de la ma d'obra directa (M2). EPOHARZ considera que aquests presenten un 15%.

*Equació 14*

$$M4 = M2 \cdot 0,15$$

On:

- M4= Ma d'obra indirecta (€).
- M2= Ma d'obra directa (€).

$$M4 = 4.318.600 \cdot 0,15 = 647.790 \text{ €}$$

Per tant, el cost de ma d'obra indirecta (M4) és de **647.790 €**.

- **M5. Serveis generals**

Els serveis generals són aquells serveis bàsics que necessita la planta pel seu funcionament. Aquests serveis engloben l'electricitat, el gas natural i l'aigua de xarxa.

Taula 24: Cost serveis generals

Servei	Consum	Cost (€)	Cost anual (€/any)
Electricitat (kWh)	56.153.164	0,097	5.446.857
Gas natural (m3/any)	1.913.184	0,068	130.097
Aigua de xarxa (m3/any)	2.151.559	2,168	4.664.579
<b>Cost anual total (€/any)</b>			<b>10.241.532</b>

Per tant, el cost de serveis generals (M5) és de **10.241.532 €**.

- **M6. Subministres**

Els subministres és el cost dirigit a l'adquisició de productes d'ús regular a la planta, però no son considerats matèries primeres. Exemples d'aquest subministres serien: eines, vestuari, equips laborals de protecció, etc. Aquesta despesa, correspon entre un 0,2% i un 1,5% del capital immobilitzat. En aquest cas s'estima com un 0,6%.

Equació 15

$$M6 = I \cdot 0,06$$

On:

- M6= Subministres (€).
- I= Capital immobilitzat (€).

$$M6 = 57.449.026 \cdot 0,006 = 344.694 \text{ €}$$

Per tant, el cost dels subministres (M6) és de **344.694 €**.

- **M7. Conservació**

La conservació fa referència a les reparacions i al manteniment que ha de tenir en forma periòdiques la planta i que no poden ser assumits pels treballadors de la mateixa. Aquesta despesa, correspon entre un 2% i un 10% del capital immobilitzat. En aquest cas s'estima com un 4%.

Equació 16

$$M7 = I \cdot 0,04$$



On:

- M7= Conservació (€).
- I= Capital immobilitzat (€).

$$M7 = 57.449.026 \cdot 0,04 = 2.297.961 \text{ €}$$

Per tant, el cost de la conservació (M7) és de **2.297.961 €**.

- **M8. Laboratori**

Aquests costos van destinats als laboratoris de l'empresa, per a que aquests puguin garantir de forma eficaç la qualitat de les matèries primeres, dels subproductes i del producte final. Aquesta despesa, correspon entre un 5% i un 25% dels costos de la ma d'obra directa (M2). En aquest cas s'estima com un 10%.

*Equació 17*

$$M8 = M2 \cdot 0,1$$

On:

- M8= Laboratori (€).
- M2= Ma d'obra directa (€).

$$M8 = 4.318.600 \cdot 0,1 = 431.860 \text{ €}$$

Per tant, el cost del laboratori (M8) és de **431.860 €**.

- **M9. Envasat**

Aquest apartat inclou els costos d'envasar els productes. A EPOHARZ, la resina epoxy i el subproducte DCP es distribueixen en camions cisterna, per tant, s'estima que el valor és menyspreable. Però el subproducte NaCl es distribueix en big bags de 1000 kg, aleshores, com la quantitat anual de NaCl és de 6.822.509 kg, es requerirà de 6.823 big bags, però per seguretat es compraran 7000 big bags. A continuació, es procedeix a calcular els costos d'aquests així com dels pallets necessaris pel seu transport.

Taula 25: Cost envasat

Producte	Dimensions (cm)	Preu unitat (€/unitat)	Quantitat	Preu total (€)
Big bags	90 x 90 x 100	2,5	7000	17.500
Pallets	120 x 100 x 13,5	12,04	7000	84.280
<b>Preu total de l'envasat (M9) (€)</b>				<b>101.780</b>

Per tant, el cost de l'envasat (M9) és de **101.780 €**.

- **M10. Expedició**

L'expedició són els costos referents al transport. Aquests costos són difícils de generalitzar degut a que hi ha moltes variables a tenir en compte, com la localització del client, el medi de transport, el tipus de producte o subproducte a transportar, etc. A EPOHARZ es decideix que aquests costos vagin a càrrec del client, per tant no suposa una despesa.

- **M11. Direcció i servei tècnic**

Els costos de direcció i servei tècnic de la planta de producció varien segons el tipus de planta, si està més o menys automatitzada i el sector. Aquests costos ja s'han tingut en compte dins del cost de mà d'obra directa (M2) i suposen un 25% del cost de mà d'obra directa total. Per tant, es torba dins del rang marcat d'entre un 10% i un 40%.

- **M12. Amortització**

L'amortització va associada el la pèrdua de valor de les instal·lacions, permet aproximar i ajustar el seu valor al valor a cada moment. A EPOHARZ se li considera una vida útil de 15 anys i es farà una amortització lineal, aquests costos es veuran reflectits a l'apartat 7.4.2 Càlcul del Net Cash Flow (NCF).

- **M13. Lloguers**

Aquest cost correspon a la partida que contempla tant el lloguer de la parcel·la com de la maquinària en el cas d'EPOHARZ serà nul, atès que tant una com l'altra són de compra.

- **M14. Impostos fàbrica**

Els impostos de fàbrica són els impostos locals a pagar, com l'IBI, taxa de residus, és a dir són de tipus administratius i no estan atribuïts als benèfics. Aquest impostos solen oscil·lar entre un 0,5% i un 1% del capital immobilitzat, en aquest cas s'escull un 0,5%.

*Equació 18*

$$M14 = I \cdot 0,005$$

On:

- M14= Impostos fàbrica (€).
- I= Capital immobilitzat (€).

$$M14 = 57.449.026 \cdot 0,005 = 287.245 \text{ €}$$

Per tant, el cost dels impostos de fàbrica (M14) és de **287.245 €**.

- **M15. Assegurances**

Per últim, aquests són els costos de les assegurances dels equips i de les instal·lacions en cas d'incendi, responsabilitat civil, robatoris, etc. Es sol estimar com un 1% del capital immobilitzat.

*Equació 19*

$$M15 = I \cdot 0,01$$

On:

- M15= Assegurança (€).
- I= Capital immobilitzat (€).

$$M15 = 57.449.026 \cdot 0,01 = 574.490 \text{ €}$$

Per tant, el cost de l'assegurança (M15) és de **574.490 €**.

Tot seguit, com a resum, s'exposen a la taula 26, els costos de fabricació (M), així com el sumatori total.

Taula 26: Costos de fabricació (M)

	<b>Partida</b>	<b>Cost (€)</b>
<b>M1</b>	Matèries primeres	28.452.473
<b>M2</b>	Ma d'obra directa	4.318.600
<b>M3</b>	Patents	-
<b>M4</b>	Ma d'obra indirecta	647.790
<b>M5</b>	Serveis generals	10.241.532
<b>M6</b>	Subministres	344.694
<b>M7</b>	Conservació	2.297.961
<b>M8</b>	Conservació	431.860
<b>M9</b>	Envasat	101.780
<b>M10</b>	Expedició	-
<b>M11</b>	Direcció i servei tècnic	-
<b>M12</b>	Amortització	-
<b>M13</b>	Lloguers	-
<b>M14</b>	Impostos fàbrica	287.245
<b>M15</b>	Assegurança	574.490
<b>M</b>	<b>Cost de fabricació</b>	<b>47.698.426</b>

Per a poder analitzar de forma visual els costos que formen part dels costos de fabricació, s'utilitza la figura 9.

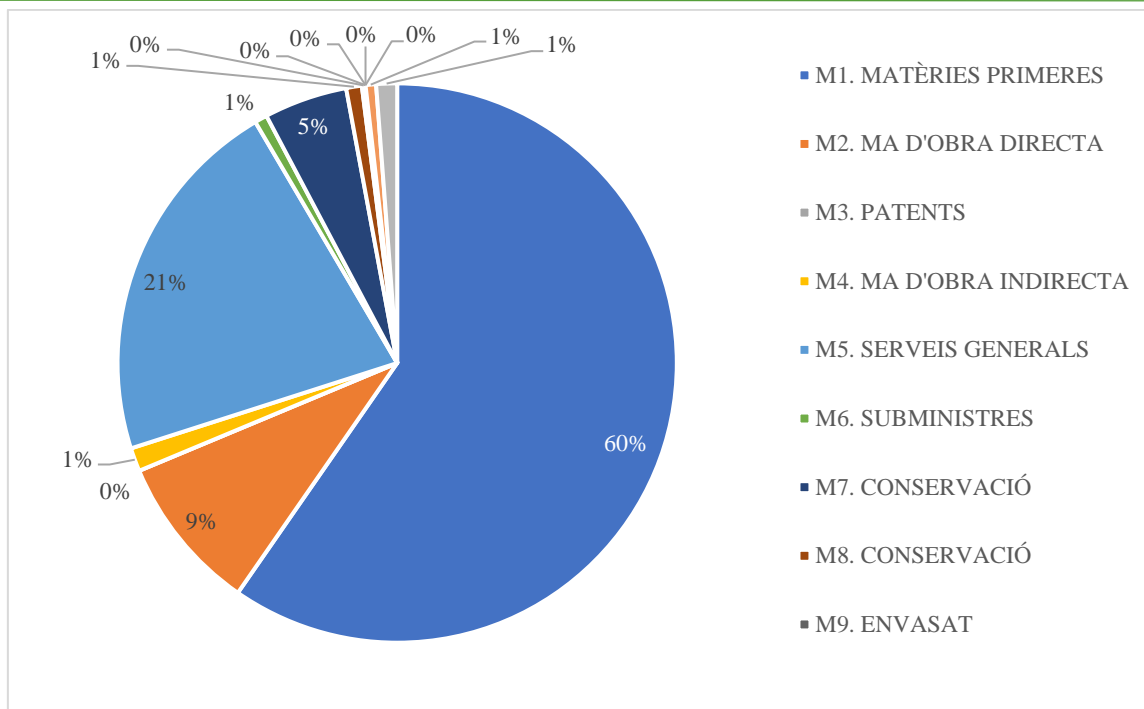


Figura 9: Distribució dels costos de fabricació

Observant la figura 9, s'aprecia com la major part dels costos de fabricació, un 60%, va dirigit a l'obtenció de les matèries primeres. L'altre percentatge important són els costos de serveis general, els quals representen un 21% dels costos totals. Finalment, la ma d'obra directa també presenta un impacte notable, essent aquest d'un 9%. Per tant, els costos de fabricació seran molt variables segons els preus de les matèries primeres i dels serveis, aleshores, degut a la incertesa del mercat actual, s'hauran d'efectuar estudis de mercat constants per avaluar la rendibilitat de la planta.

### 7.3.5.2 Costos generals

Els costos generals són aquells referits als costos d'administració i vendes. Concretament són les despeses comercials, de gerència, financeres i d'investigació i serveis tècnics. Com en el cas dels costos de fabricació, també es poden dividir entre costos variables i costos fixes, a la taula 26 es mostra aquesta distribució.

Taula 27: Costos generals (G)

Variables	Fixes
G1. Despeses comercials	G2. Gerència
	G3. Despeses financeres
	G4. Investigació i serveis tècnics

- **G1. Despeses comercials**

Les despeses comercials són les associades als agents comercials, viatges, publicitat i màrqueting. Aquest cost oscil·la entre un 5% i un 20% dels costos totals de fabricació, en el cas d'EPOHARZ, es destinarà un 7% d'aquests costos a les despeses comercials.

*Equació 20*

$$G1 = M \cdot 0,07$$

On:

- G1= Despeses comercials (€).
- M= Costos de fabricació (€).

$$G1 = 47.698.426 \cdot 0,07 = 3.338.890 \text{ €}$$

Per tant, el cost de les despeses comercials (G1) és de **3.338.890 €**.

- **G2. Gerència**

Els costos de gerència corresponen al personal administratiu, comptables i totes les feines organitzatives. Aquest cost oscil·la entre un 3% i un 6% dels costos totals de fabricació, en el cas d'EPOHARZ, es destinarà un 4% d'aquests costos a les despeses de gerència.

*Equació 21*

$$G2 = M \cdot 0,04$$

On:

- G2= Gerència (€).
- M= Costos de fabricació (€)

$$G2 = 47.698.426 \cdot 0,04 = 1.907.737 \text{ €}$$

Per tant, el cost de la gerència (G2) és de **1.907.737 €**.

- **G3. Despeses financeres**

Les despeses financeres estan relacionades amb els interessos del capital demanat com a préstec i que s'ha invertit al projecte. En aquest cas es suposa que és un valor de 0, degut a que es fa la suposició que no s'ha realitzat cap préstec bancari.

- **G4. Investigació i serveis tècnics**

Els costos de d'investigació i serveis tècnics corresponen a l'assessorament de productes i la recerca en la innovació de noves tècniques pel desenvolupament i l'avanç tecnològic de la planta. Aquest cost oscil·la entre un 0% i un 5% dels costos totals de fabricació, en el cas d'EPOHARZ, es destinarà un 1% d'aquests costos a les despeses d'investigació i serveis tècnics.

*Equació 22*

$$G4 = M \cdot 0,04$$

On:

- G4= Investigació i serveis tècnics (€).
- M= Costos de fabricació (€).

$$G4 = 47.698.426 \cdot 0,01 = 476.984 \text{ €}$$

Per tant, el cost de la investigació i serveis tècnics (G4) és de **476.984 €**.

Tot seguit, com a resum, s'exposen a la taula 28, els costos generals (G), així com el sumatori total.

*Taula 28: Cost general*

	<b>Partida</b>	<b>Cost (€)</b>
G1	Despeses comercials	3.338.890
G2	Gerència	1.907.737
G3	Despeses financeres	0
G4	Investigació i serveis tècnics	476.984
<b>G</b>	<b>Cost general</b>	<b>5.723.812</b>

### 7.3.5.3 Costos totals d'operació

Finalment, es poden calcular els costos totals d'operació, ja que corresponen al sumatori dels costos de fabricació i els costos generals.

*Taula 29: Costos totals d'operació*

Costos de fabricació (€)	47.698.426
Costos generals (€)	5.723.812
<b>Costos totals d'operació (€)</b>	<b>53.422.238</b>



## 7.4 Vendes i rendibilitat del projecte

### 7.4.1 Ingressos per venda

Els ingressos per venda són fluxos positius que rep la planta. EPOHARZ obté ingressos per la venda del producte principal, la resina epoxy, i per la venda de dos subproductes, el DCP i el NaCl. A partir de l'estudi de mercat realitzat a l'apartat 7.2, i la quantitat produïda anualment, es calculen els ingressos per venda d'EPOHARZ.

Taula 30: Preus dels productes

Producte	Producció anual (T/any)	Preu unitari (€/T)	Ingressos per venda (€/any)
Resina epoxy	12605409	5,2	65.548.128,58
DCP	5653611	4,8	27.137.335
NaCl	5522421	4,4	24.298.653
<b>Total</b>			<b>116.984.116</b>

### 7.4.2 Càlcul del Net Cash Flow (NCF)

El Net Cash Flow (NCF) és la diferència entre els fluxos entrants i sortints de la companyia en un període de temps determinat. A partir del NCF, es calcularà el VAN (Valor Actual Net) i el TIR (Taxa Interna de Retorn) i es podrà determinar si el projecte serà o no rendible, i per tant, si serà possible fer-lo realitat.

Per a poder realitzar els càlculs pertinents pel NCF, s'han de tenir en compte i conèixer els següents paràmetres:

- 1. Vida útil de la planta:** és el temps estimat dels equips i de les instal·lacions, en aquest projecte es considera una vida útil de la planta de 15 anys i s'assumeix que al final d'aquest temps es recuperarà la quantitat residual del valor del terreny i el capital circulant.
- 2. Construcció de les instal·lacions:** és el temps necessari per construir la planta, es considera que es trigaran dos anys, aleshores el capital immobilitzat es dividirà proporcionalment en dues parts.

3. **Impostos:** es consideren uns impostos anuals del 25% sobre la base imposable de l'any anterior. La base imposable presenta el mateix valor que els beneficis bruts sempre que aquests siguin positius. En el cas que el benefici brut sigui negatiu, es considera zero a nivell d'impostos i l'any següent no s'han de pagar. Es permet, fiscalment parlant, restar dels beneficis positius d'anys següents les pèrdues que hagin hagut en un màxim de 5 anys de retroactivitat.
4. **Beneficis:** es considera que el preu de venda del producte i subproductes es mantindrà constant durant la vida útil de la planta i que sempre hi haurà ventes totals dels productes.
5. **Valor residual i capital circulant:** el valor residual i capital circulant són diners que es recuperen en acabar l'activitat de l'empresa pel que s'anota en positiu l'any següent d'acabar la vida del projecte. Per aquest motiu la taula es confecciona afegint un últim any, després d'acabar la vida del projecte. En aquest cas el valor residual s'ha considerat només el valor del terreny, ja que els equips i la maquinària perden valor amb el temps, a causa de l'obsolescència i de l'ús a més de tenir en compte el desmantellament d'aquests.
6. **Amortització:** és el cost associat a la depreciació anual del capital immobilitzat. Aquest cost és gradual i es va consumint mentre duri l'exercici fiscal. Com s'ha mencionat, es considera un temps de vida útil de la planta de 15 anys, i l'estimació de les amortitzacions s'ha realitzat mitjançant el mètode lineal o de quotes constants ja que és mètode utilitzat a Espanya a nivell legislatiu.

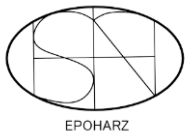
L'amortització lineal segueix l'equació 23.

*Equació 23*

$$A_j = \frac{I - VR}{t}$$

On:

- $A_j$ = cost de les amortitzacions anuals (€).
- $I$ = cost del capital immobilitzat (€).
- $VR$ = cost del valor residual (€).
- $t$ = vida útil de la planta, en aquest cas, 15 anys.



EPOHARZ

A continuació es procedeix a l'estimació del NCF per determinar en quines condicions serà rentable la planta tenint en compte, per exemple, que la inversió inicial, que inclou el capital circulant i el capital immobilitzat, es dividiran en dos anys abans de que la planta entri en funcionament, tal i com s'observa a la taula 31.

Taula 31: Net Cash Flow

Any	0	1	2	3	4	5
Capital immobilitzat (€)	-28.724.513	-28.724.513				
Capital circulant (€)		-11.489.805				
Valor residual (€)						
Vendes anuals (€)			116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116
Costos anuals (€)			-53.442.238	-53.442.238	-53.442.238	-53.442.238
Amortització (€)			-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094
Benefici brut (€)			60.118.784	60.118.784	60.118.784	60.118.784
Base imposable (€)			60.118.784	60.118.784	60.118.784	60.118.784
Impostos (25%) (€)			0	-15.029.696	-15.029.696	-15.029.696
<b>NCF (€)</b>	<b>-28.724.513</b>	<b>-40.214.318</b>	<b>63.561.878</b>	<b>48.532.182</b>	<b>48.532.182</b>	<b>48.532.182</b>

Any	6	7	8	9	10	11
Capital immobilitzat (€)						
Capital circulant (€)						
Valor residual (€)						
Vendes anuals (€)	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116
Costos anuals (€)	-53.442.238	-53.442.238	-53.442.238	-53.442.238	-53.442.238	-53.442.238
Amortització (€)	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094
Benefici brut (€)	60.118.784	60.118.784	60.118.784	60.118.784	60.118.784	60.118.784
Base imposable (€)	60.118.784	60.118.784	60.118.784	60.118.784	60.118.784	60.118.784
Impostos (25%) (€)	-15.029.696	-15.029.696	-15.029.696	-15.029.696	-15.029.696	-15.029.696
<b>NCF (€)</b>	<b>48.532.182</b>	<b>48.532.182</b>	<b>48.532.182</b>	<b>48.532.182</b>	<b>48.532.182</b>	<b>48.532.182</b>

Any	12	13	14	15	16	17
Capital immobilitzat (€)						
Capital circulant (€)						11.489.805
Valor residual (€)						5.802.615
Vendes anuals (€)	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116	
Costos anuals (€)	-53.442.238	-53.442.238	-53.442.238	-53.442.238	-53.442.238	
Amortització (€)	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	
Benefici brut (€)	60.118.784	60.118.784	60.118.784	60.118.784	60.118.784	
Base imposable (€)	60.118.784	60.118.784	60.118.784	60.118.784	60.118.784	
Impostos (25%) (€)	-15.029.696	-15.029.696	-15.029.696	-15.029.696	-15.029.696	-15.029.696
<b>NCF (€)</b>	<b>48.532.182</b>	<b>48.532.182</b>	<b>48.532.182</b>	<b>48.532.182</b>	<b>48.532.182</b>	<b>2.362.724</b>

A la taula 31 s'observa el NCF per determinar la rendibilitat de la planta, tenint en compte que els impostos sobre els beneficis són del 25%. El càlcul del NCF s'ha fet amb la següent fórmula:

$$NCF = I + C_c + VR + V_j + C_j + \text{Impostos}$$

On:

- I= Capital immobilitzat (€).
- C<sub>c</sub>= Capital circulant (€).
- VR= Valor residual (€).
- V<sub>j</sub>= Vendes anuals (€).
- C<sub>j</sub>= Costos anuals (€).

A la taula 31 es pot apreciar con el NCF els dos primers anys és negatiu, ja que indiquen el capital invertit durant els dos anys dedicats a la construcció de la planta. En canvi, els NCF de tots els anys següents és positiu, aquests resultats són atractius, però per confirmar la seva rendibilitat, es calcula el VAN per a diferents tipus d'interès a més del TIR quan el VAN és nul.

### 7.4.3 Càlcul del Valor Actual Net (VAN) i Taxa Interna de Rendibilitat (TIR)

Amb l'estimació del VAN i del TIR es pot tenir una millor idea real del risc que suposa el projecte. El VAN és un criteri d'inversió que consisteix en actualitzar els ingressos i pagaments d'un projecte per conèixer quant es pot guanyar o perdre amb dita inversió.

Per tant, quan el VAN>0, el valor actualitzat dels ingressos i pagaments futurs de la inversió, a la taxa de descompte escollida generarà beneficis. Quan el VAN=0, el projecte d'inversió no generarà ni beneficis ni pèrdues, essent la seva realització, indiferent. Finalment, quan el VAN<0, el projecte d'inversió generarà pèrdues, per tant s'ha de descartar.

En el cas del VAN=0 és on s'estudia el TIR, ja que aquest és un paràmetre per saber a partir de quin punt el projecte deixa de ser rentable.

Es calculen els valors del VAN a partir de l'equació 24.

Equació 24

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

On:

$NCF_n$  = Net Cash Flow de cada any n (€)

$i$  = Tipus d'interès (%)

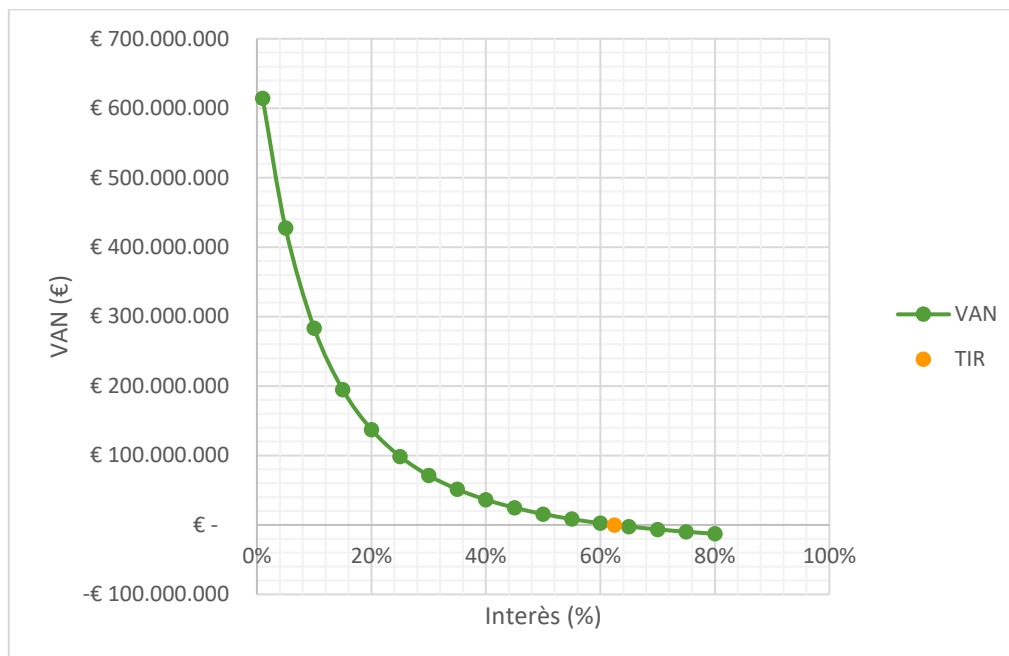


Figura 10: Representació del VAN i TIR

A la figura 10, es pot observar com el VAN és positiu fins a unes taxes d'interès del 62,47%, on aquest passa a ser zero i segons el TIR, aquest seria l'interès màxim que podria aconseguir EPOHARZ sense tenir pèrdues. Aleshores, es demostra que EPOHARZ té un ventall molt ampli d'interessos al que es pot emmotllar, el qual reafirma que seria viable i rentable dur a terme aquest projecte.

#### 7.4.4 Càlcul de la recuperació de la inversió inicial (Pay-Back)

El càlcul del Pay-Back s'utilitza per saber en quant temps es podrà recuperar la inversió inicial. Per conèixer el temps de retorn d'aquest capital, s'ha realitzat el càlcul del Net

Cash Flow acumulat i d'aquesta manera es pot conèixer l'últim període com un NCF acumulat negatiu. A la figura 11 es presenten aquests resultats.

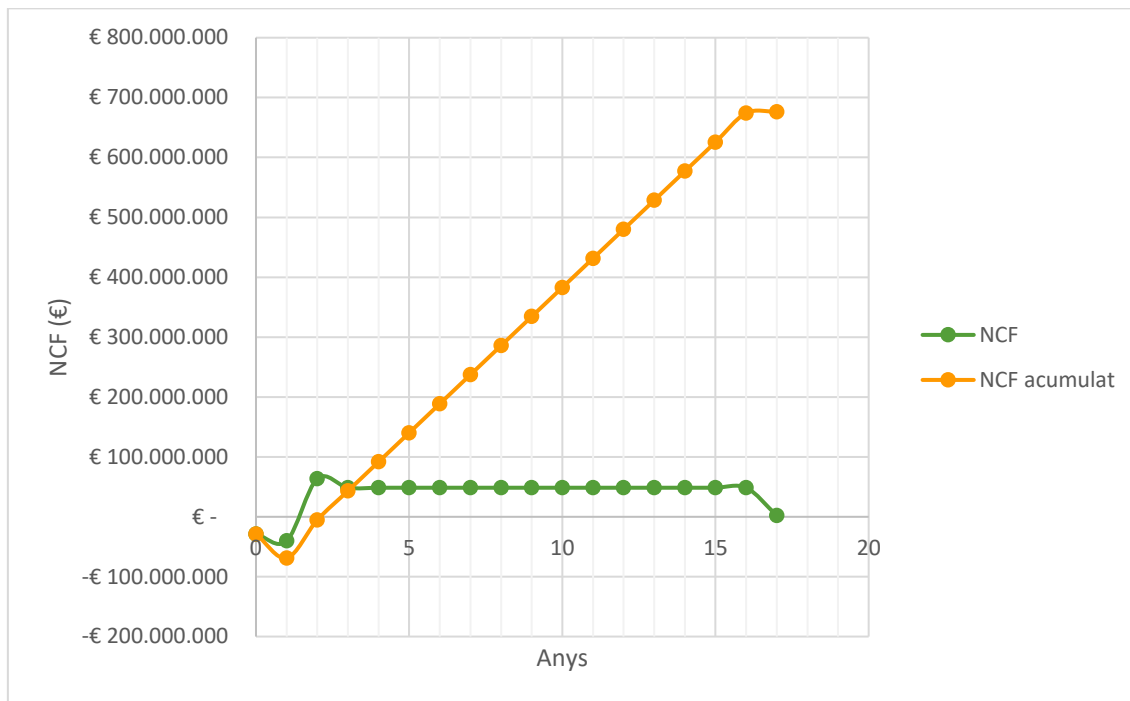


Figura 11: Representació del Pay-back

Amb el gràfic anterior, es mostra que el temps de retorn del capital invertit és d'aproximadament 3 anys, aquest resultat és atractiu ja que per a dur a terme qualsevol projecte, l'objectiu és recuperar en el menor temps possible la inversió inicial per a poder tenir guanys nets. Aleshores, segons les condicions estudiades, EPOHARZ seria un projecte molt atractiu per a desenvolupar.



## 7.5 Estudi de sensibilitat

En aquesta secció s'estudiarà la variació de varis paràmetres per analitzar el rendiment de la planta. Aquest estudi donarà una visió més realista del desenvolupament del projecte al llarg del temps, degut a que a la realitat els valors estudiats no són estàtics i hi ha molta factors que poden afectar tant positivament com negativament el possible desenvolupament del projecte.

En aquest estudi de sensibilitat es compara el NCF, el VAN, la TIR, i el Pay-Back amb el resultat obtingut a l'apartat 7.4 i s'analitza si la planta continua sent o no viable.

### 7.5.1 Estudi de sensibilitat en el preu de venda

Pel primer estudi a fer, s'ha decidit disminuir els preus de venda del producte i subproductes en un 15%. Degut a que aquestes són les úniques fonts d'ingressos de la planta, és important conèixer com variaria la rendibilitat de la planta si aquests ingressos disminueixen. Aleshores, els preus unitaris i ingressos per venda serien:

*Taula 32: Preu dels productes disminuint-los un 30%*

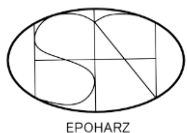
Producte	Producció anual (T/any)	Preu unitari (€/T)	Ingressos per venda (€/any)
Resina epoxy	12605409	3,64	45.883.690
DCP	5653611	3,36	18.996.134
NaCl	5522421	3,08	17.009.057
<b>Total</b>			<b>81.888.881</b>

A la taula 33 es mostra el flux de caixa obtingut.

Taula 33: NCF si disminueixen els preus de venda un 30%

Any	0	1	2	3	4	5
Capital immobilitzat	-28.724.513	-28.724.513				
Capital circulant		-11.489.805				
Valor residual						
Ingressos anuals			81.888.881	81.888.881	81.888.881	81.888.881
Costos anuals			-53.422.238	-53.422.238	-53.422.238	-53.422.238
Amortització			-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094
Benefici brut			25.023.550	25.023.550	25.023.550	25.023.550
Base imposable			25.023.550	25.023.550	25.023.550	25.023.550
Impostos (35%)			0	-6.255.887	-6.255.887	-6.255.887
<b>NCF</b>	<b>-28.724.513</b>	<b>-40.214.318</b>	<b>28.466.644</b>	<b>22.210.756</b>	<b>22.210.756</b>	<b>22.210.756</b>

Any	6	7	8	9	10	11
Capital immobilitzat						
Capital circulant						
Valor residual						
Ingressos anuals	81.888.881	81.888.881	81.888.881	81.888.881	81.888.881	81.888.881
Costos anuals	-53.422.238	-53.422.238	-53.422.238	-53.422.238	-53.422.238	-53.422.238
Amortització	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094
Benefici brut	25.023.550	25.023.550	25.023.550	25.023.550	25.023.550	25.023.550
Base imposable	25.023.550	25.023.550	25.023.550	25.023.550	25.023.550	25.023.550
Impostos (35%)	-6.255.887	-6.255.887	-6.255.887	-6.255.887	-6.255.887	-6.255.887
<b>NCF</b>	<b>22.210.756</b>	<b>22.210.756</b>	<b>22.210.756</b>	<b>22.210.756</b>	<b>22.210.756</b>	<b>22.210.756</b>



Any	12	13	14	15	16	17
Capital immobilitzat						
Capital circulant						11.489.805
Valor residual						5.802.615
Ingressos anuals	81.888.881	81.888.881	81.888.881	81.888.881	81.888.881	
Costos anuals	-53.422.238	-53.422.238	-53.422.238	-53.422.238	-53.422.238	
Amortització	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	
Benefici brut	25.023.550	25.023.550	25.023.550	25.023.550	25.023.550	
Base imposable	25.023.550	25.023.550	25.023.550	25.023.550	25.023.550	
Impostos (35%)	-6.255.887	-6.255.887	-6.255.887	-6.255.887	-6.255.887	-6.255.887
<b>NCF</b>	<b>22.210.756</b>	<b>22.210.756</b>	<b>22.210.756</b>	<b>22.210.756</b>	<b>22.210.756</b>	<b>11.036.533</b>

La Figura 12 mostra el VAN i la TIR calculat, la planta no serà rendible a partir del 31,19% d'interès. El rang d'interessos és bastant ampli pel que seria fàcil trobar una entitat que aposti per la viabilitat del projecte.

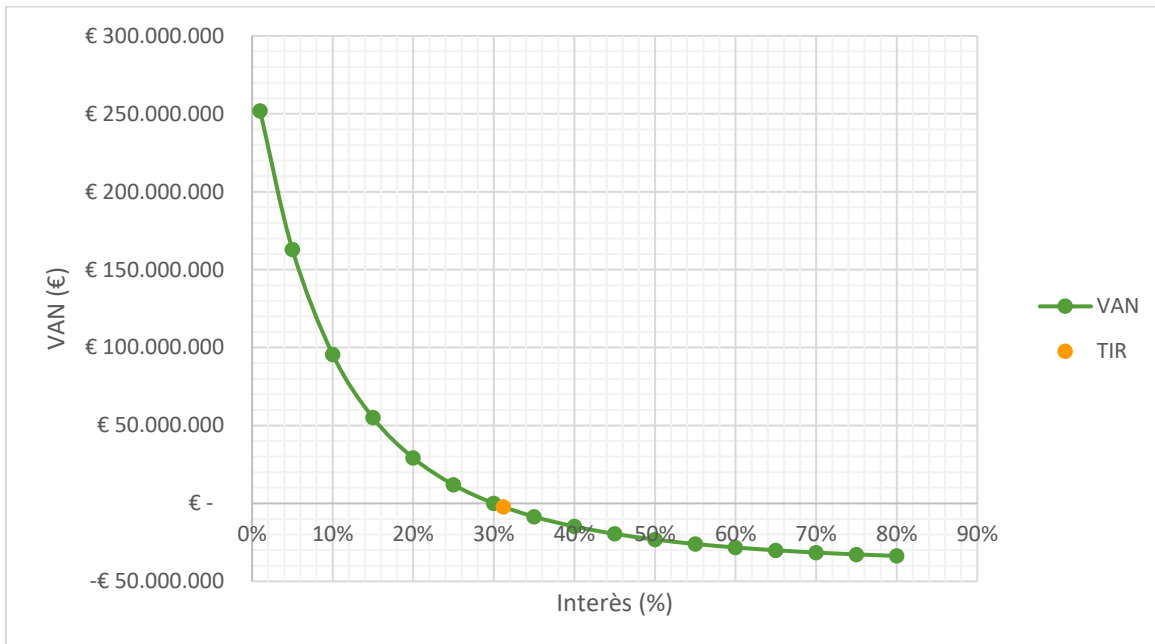


Figura 12: VAN i TIR si disminueixen els preus de venda un 30%

La inversió es recupera a partir del cinquè any aproximadament tal com mostra a la Figura 13.

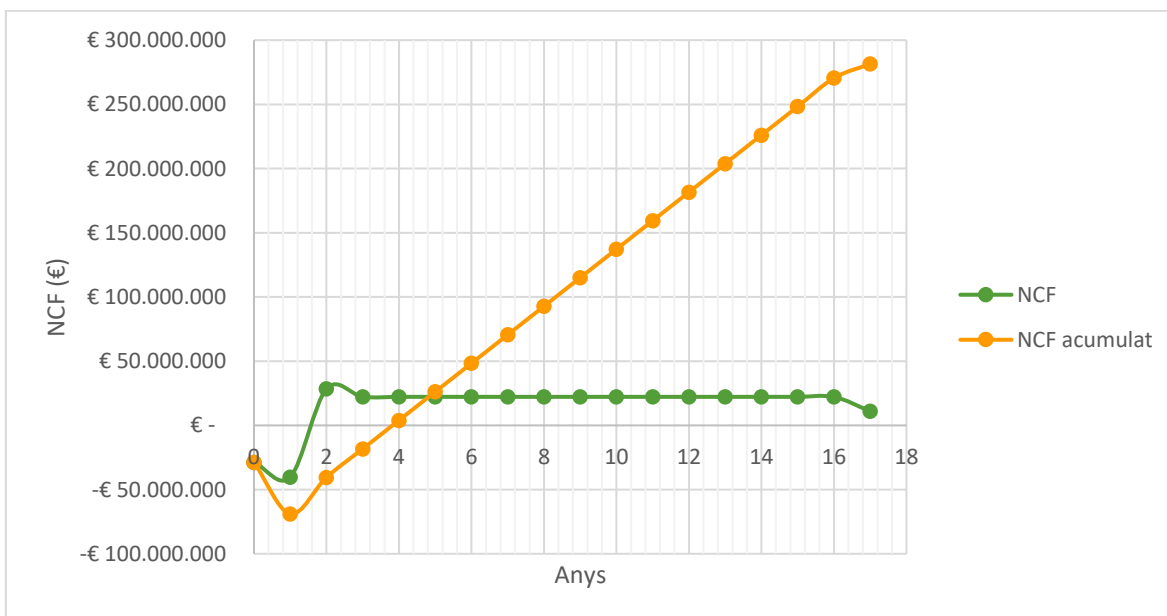
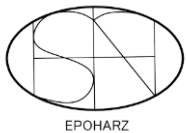


Figura 13: Pay-back si disminueixen els preus de venda un 30%



Comparant aquests resultats amb els obtinguts a l'apartat 7.4, s'observa com el VAN s'ha vist afectat de manera directa, quan abans el TIR es torbava quan la taxa d'impostos era del 62,47%, ara es troba en una taxa d'impostos del 31,19%.

Pel que fa al retorn de la inversió inicial, en aquest cas seria de 5 anys, mentre que en cas anterior era de 3 anys. En aquest cas no hi ha una afectació tant important com en el cas del VAN.

### 7.5.2 Estudi de sensibilitat en el preu de les matèries primeres

Com s'ha estudiat anteriorment, el percentatge de la compra de les matèries primeres és el cost que més afecta als costos de fabricació, essent aquest el 60% del total. Aleshores, el preu de les matèries primeres és un factor primordial a tenir en compte, sobre tot, tenint en compte les fluctuacions del mercat. S'ha decidit augmentar en un 30% el preu de totes les matèries primeres, aleshores el seu preu unitari i cost serien:

Taula 34: Preu de les matèries primeres augmentant-les un 30%

Matèria prima	Quantitat anual (T/any)	Cost unitari (€/T)	Cost anual (€/any)
BPA	8.458,5	1.625	13.745.087
ECH	11.017,5	1.742	19.192.537
BTMAC	11,36	1.970	22.378
NaOH	3.417,6	1040	3.554.317
MIBK	227,84	2.080	473.897
<b>Cost total M1 (€)</b>			<b>36.988.216</b>

A la taula 35 es mostra el flux de caixa obtingut.

Taula 35: NCF si augmenten els preus de les matèries primeres un 30%

Any	0	1	2	3	4	5
Capital immobilitzat	-28.724.513	-28.724.513				
Capital circulant		-11.489.805				
Valor residual						
Ingressos anuals			116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116
Costos anuals			-62.982.269	-62.982.269	-62.982.269	-62.982.269
Amortització			-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094
Benefici brut			50.558.753	50.558.753	50.558.753	50.558.753
Base imposable			50.558.753	50.558.753	50.558.753	50.558.753
Impostos (35%)			0	-12.639.688	-12.639.688	-12.639.688
<b>NCF</b>	<b>-28.724.513</b>	<b>-40.214.318</b>	<b>54.001.847</b>	<b>41.362.159</b>	<b>41.362.159</b>	<b>41.362.159</b>

Any	6	7	8	9	10	11
Capital immobilitzat						
Capital circulant						
Valor residual						
Ingressos anuals	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116
Costos anuals	-62.982.269	-62.982.269	-62.982.269	-62.982.269	-62.982.269	-62.982.269
Amortització	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094
Benefici brut	50.558.753	50.558.753	50.558.753	50.558.753	50.558.753	50.558.753
Base imposable	50.558.753	50.558.753	50.558.753	50.558.753	50.558.753	50.558.753
Impostos (35%)	-12.639.688	-12.639.688	-12.639.688	-12.639.688	-12.639.688	-12.639.688
<b>NCF</b>	<b>41.362.159</b>	<b>41.362.159</b>	<b>41.362.159</b>	<b>41.362.159</b>	<b>41.362.159</b>	<b>41.362.159</b>

Any	12	13	14	15	16	17
Capital immobilitzat						
Capital circulant						11.489.805
Valor residual						5.802.615
Ingressos anuals	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116	
Costos anuals	-62.982.269	-62.982.269	-62.982.269	-62.982.269	-62.982.269	
Amortització	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	
Benefici brut	50.558.753	50.558.753	50.558.753	50.558.753	50.558.753	
Base imposable	50.558.753	50.558.753	50.558.753	50.558.753	50.558.753	
Impostos (35%)	-12.639.688	-12.639.688	-12.639.688	-12.639.688	-12.639.688	-12.639.688
<b>NCF</b>	<b>41.362.159</b>	<b>41.362.159</b>	<b>41.362.159</b>	<b>41.362.159</b>	<b>41.362.159</b>	<b>4.652.732</b>

La Figura 14 mostra el VAN i la TIR calculat, la planta no serà rendible a partir del 54,14% d'interès. El rang d'interessos és bastant ampli pel que seria fàcil trobar una entitat que aposti per la viabilitat del projecte.

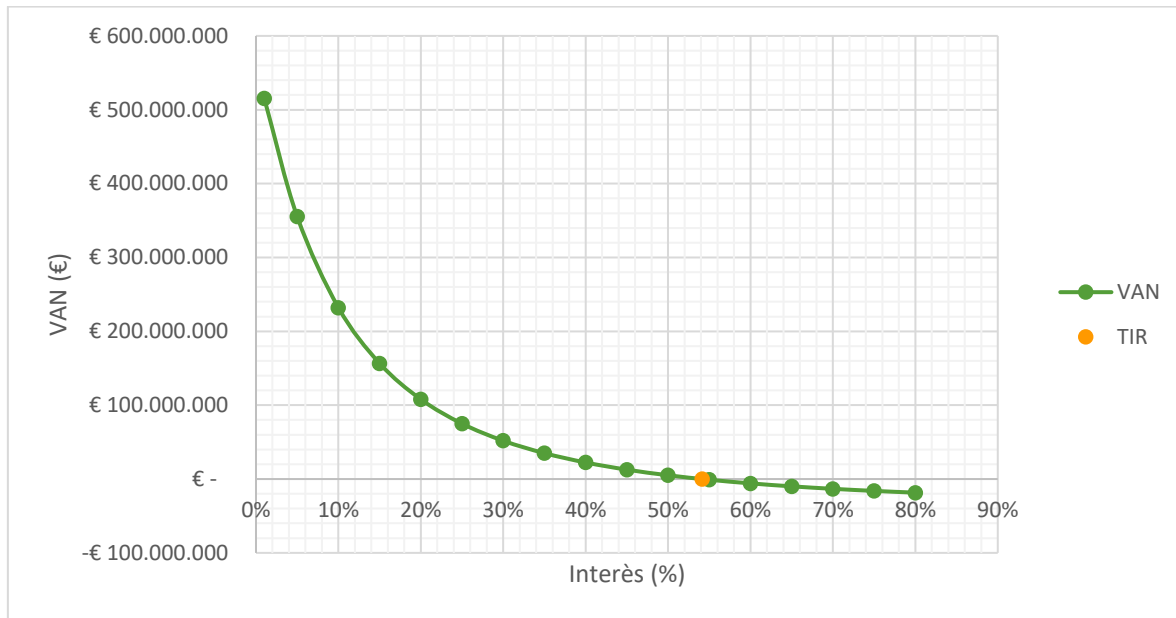


Figura 14: VAN i TIR si augmenten els preus de les matèries primeres un 30%

La inversió es recupera a partir del tercer any aproximadament tal com mostra a la Figura 15.

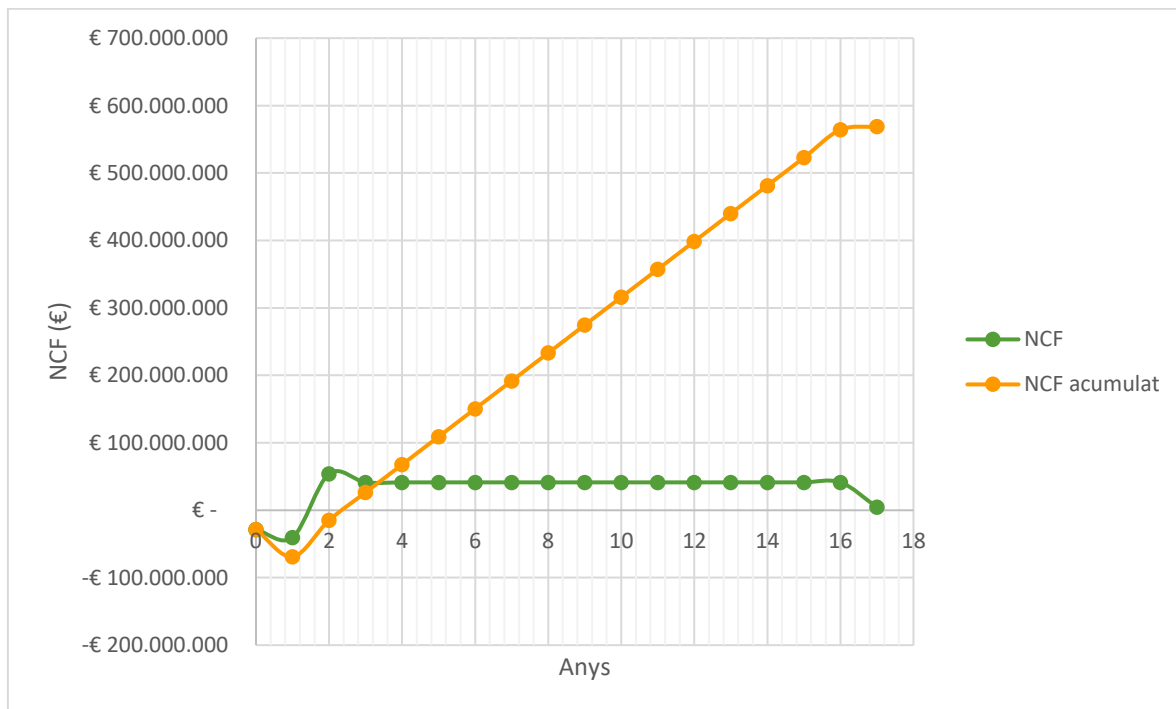


Figura 15: Pay-back si augmenten els preus de les matèries primeres un 30%



Comparant aquests resultats amb els obtinguts a l'apartat 7.4, s'observa com el VAN no s'ha vist greument afectat, quan abans el TIR es torbava quan la taxa d'impostos era del 62,47%, ara es troba en una taxa d'impostos del 54,14%.

Pel que fa al retorn de la inversió inicial, en aquest cas seria d'aproximadament 3 anys, com en cas anterior. Per tant, el retorn de la inversió inicial no es veu afectat.

### 7.5.3 Estudi de sensibilitat en el preu de la maquinària

Aquest estudi realitzat fa referència a la variació d'un 30% del cost de la maquinària. Aquest és un aspecte crític d'estudi, ja que amb el mètode de Vian, el capital immobilitzat depèn directament d'aquest cost.

En variar el cost de la maquinària, s'han tornat a calcular els costos de fabricació, els costos generals, el capital circulant i la inversió inicial.

*Taula 36: Recàlcul dels costos si s'augmenta un 30% el cost de la maquinària*

<b>Capital immobilitzat</b>	71.941.999
<b>Capital circulant</b>	14.388.399
<b>Cost de fabricació</b>	48.582.498
<b>Cost general</b>	5.829.890
<b>Costos d'operació</b>	54.412.397

A les taula 37 es mostra el flux de caixa obtingut.

Taula 37: NCF si augmenta el preu de la maquinaria un 30%

Any	0	1	2	3	4	5
Capital immobilitzat	-35.970.999	-35.970.999				
Capital circulant		-14.388.400				
Valor residual						
Ingressos anuals			116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116
Costos anuals			-54.412.397	-54.412.397	-54.412.397	-54.412.397
Amortització			-4.409.292	-4.409.292	-4.409.292	-4.409.292
Benefici brut			58.162.426	58.162.426	58.162.426	58.162.426
Base imposable			58.162.426	58.162.426	58.162.426	58.162.426
Impostos (35%)			0	-14.540.607	-14.540.607	-14.540.607
<b>NCF</b>	<b>-35.970.999</b>	<b>-50.359.399</b>	<b>62.571.719</b>	<b>48.031.112</b>	<b>48.031.112</b>	<b>48.031.112</b>

Any	6	7	8	9	10	11
Capital immobilitzat						
Capital circulant						
Valor residual						
Ingressos anuals	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116
Costos anuals	-54.412.397	-54.412.397	-54.412.397	-54.412.397	-54.412.397	-54.412.397
Amortització	-4.409.292	-4.409.292	-4.409.292	-4.409.292	-4.409.292	-4.409.292
Benefici brut	58.162.426	58.162.426	58.162.426	58.162.426	58.162.426	58.162.426
Base imposable	58.162.426	58.162.426	58.162.426	58.162.426	58.162.426	58.162.426
Impostos (35%)	-14.540.607	-14.540.607	-14.540.607	-14.540.607	-14.540.607	-14.540.607
<b>NCF</b>	<b>48.031.112</b>	<b>48.031.112</b>	<b>48.031.112</b>	<b>48.031.112</b>	<b>48.031.112</b>	<b>48.031.112</b>

Any	12	13	14	15	16	17
Capital immobilitzat						
Capital circulant						14388400
Valor residual						5802615
Ingressos anuals	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116	116.984.116	
Costos anuals	-54.412.397	-54.412.397	-54.412.397	-54.412.397	-54.412.397	
Amortització	-4.409.292	-4.409.292	-4.409.292	-4.409.292	-4.409.292	
Benefici brut	58.162.426	58.162.426	58.162.426	58.162.426	58.162.426	
Base imposable	58.162.426	58.162.426	58.162.426	58.162.426	58.162.426	
Impostos (35%)	-14.540.607	-14.540.607	-14.540.607	-14.540.607	-14.540.607	-14.540.607
<b>NCF</b>	<b>48.031.112</b>	<b>48.031.112</b>	<b>48.031.112</b>	<b>48.031.112</b>	<b>48.031.112</b>	<b>5.650.408</b>

La Figura 16 mostra el VAN i la TIR calculat, la planta no serà rendible a partir del 50,53% d'interès. El rang d'interessos és bastant ampli pel que seria fàcil trobar una entitat que aposti per la viabilitat del projecte.

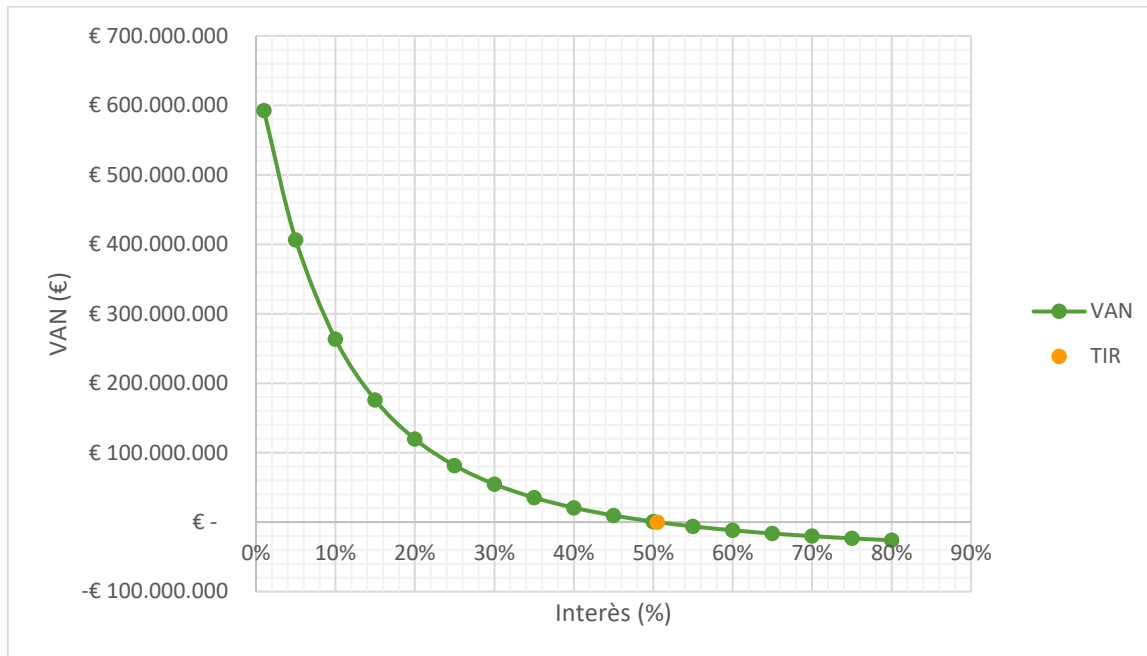


Figura 16: VAN i TIR si augmenta el preu de la maquinaria un 30%

La inversió es recupera a partir del tercer aproximadament tal com mostra a la Figura 17.

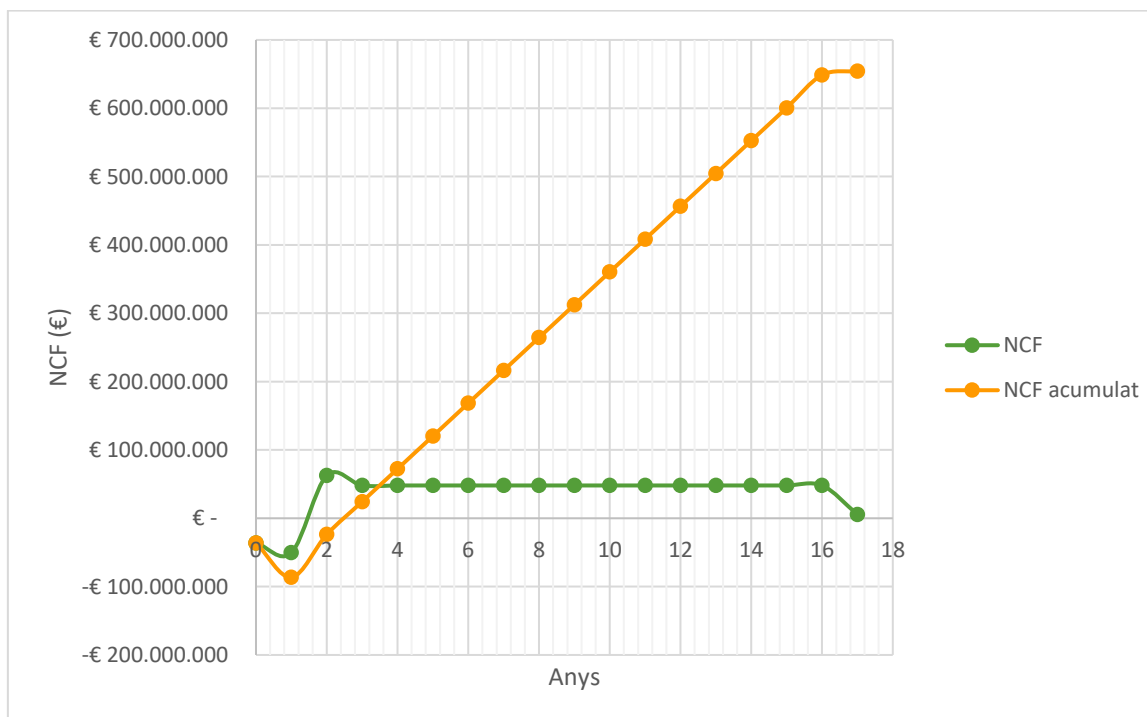


Figura 17: Pay-back si augmenta el preu de la maquinaria un 30%

Comparant aquests resultats amb els obtinguts a l'apartat 7.4, s'observa com el VAN no s'ha vist greument afectat, quan abans el TIR es torbava quan la taxa d'impostos era del 62,47%, ara es troba en una taxa d'impostos del 50,53%.

Pel que fa al retorn de la inversió inicial, en aquest cas seria d'aproximadament 3 anys, com en cas anterior. Per tant, el retorn de la inversió inicial no es veu afectat.

#### 7.5.4 Estudi de sensibilitat en el preu dels serveis

Finalment, l'estudi de sensibilitat en el preu dels serveis fa referència a la variació d'un 50% del cost dels serveis. Aquest valor fa afectar al cost de fabricació.

En variar el cost de la maquinària, s'han tornat a calcular els costos de fabricació, els costos generals i costos d'operació.

*Taula 38: Recàlcul dels costos si s'augmenta un 50% els costos dels serveis*

<b>Capital immobilitzat</b>	57.449.026
<b>Capital circulant</b>	11.489.805
<b>Cost de fabricació</b>	52.819.193
<b>Cost general</b>	6.338.303
<b>Costos d'operació</b>	59.157.496

A la taula 39 es mostra el flux de caixa obtingut.

Taula 39: NCF si augmenta el preu dels serveis en un 50%

Any	0	1	2	3	4	5
Capital immobilitzat	-28.724.513	-28.724.513				
Capital circulant		-11.489.805				
Valor residual						
Ingressos anuals			11.6984.116	11.6984.116	11.6984.116	11.6984.116
Costos anuals			-59.157.496	-59.157.496	-59.157.496	-59.157.496
Amortització			-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094
Benefici brut			54.383.526	54.383.526	54.383.526	54.383.526
Base imposable			54.383.526	54.383.526	54.383.526	54.383.526
Impostos (35%)			0	-13.595.882	-13.595.882	-13.595.882
<b>NCF</b>	<b>-28.724.513</b>	<b>-40.214.318</b>	<b>57.826.620</b>	<b>44.230.739</b>	<b>44.230.739</b>	<b>44.230.739</b>

Any	6	7	8	9	10	11
Capital immobilitzat						
Capital circulant						
Valor residual						
Ingressos anuals	11.6984.116	11.6984.116	11.6984.116	11.6984.116	11.6984.116	11.6984.116
Costos anuals	-59.157.496	-59.157.496	-59.157.496	-59.157.496	-59.157.496	-59.157.496
Amortització	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094
Benefici brut	54.383.526	54.383.526	54.383.526	54.383.526	54.383.526	54.383.526
Base imposable	54.383.526	54.383.526	54.383.526	54.383.526	54.383.526	54.383.526
Impostos (35%)	-13.595.882	-13.595.882	-13.595.882	-13.595.882	-13.595.882	-13.595.882
<b>NCF</b>	<b>44.230.739</b>	<b>44.230.739</b>	<b>44.230.739</b>	<b>44.230.739</b>	<b>44.230.739</b>	<b>44.230.739</b>

Any	12	13	14	15	16	17
Capital immobilitzat						
Capital circulant						11489805
Valor residual						5802615
Ingressos anuals	11.6984.116	11.6984.116	11.6984.116	11.6984.116	11.6984.116	
Costos anuals	-59.157.496	-59.157.496	-59.157.496	-59.157.496	-59.157.496	
Amortització	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	-3.443.094	
Benefici brut	54.383.526	54.383.526	54.383.526	54.383.526	54.383.526	
Base imposable	54.383.526	54.383.526	54.383.526	54.383.526	54.383.526	
Impostos (35%)	-13.595.882	-13.595.882	-13.595.882	-13.595.882	-13.595.882	-13.595.882
<b>NCF</b>	<b>44.230.739</b>	<b>44.230.739</b>	<b>44.230.739</b>	<b>44.230.739</b>	<b>44.230.739</b>	<b>3.969.539</b>

La Figura 18 mostra el VAN i la TIR calculat, la planta no serà rendible a partir del 57,51% d'interès. El rang d'interessos és bastant ampli pel que seria fàcil trobar una entitat que aposti per la viabilitat del projecte.

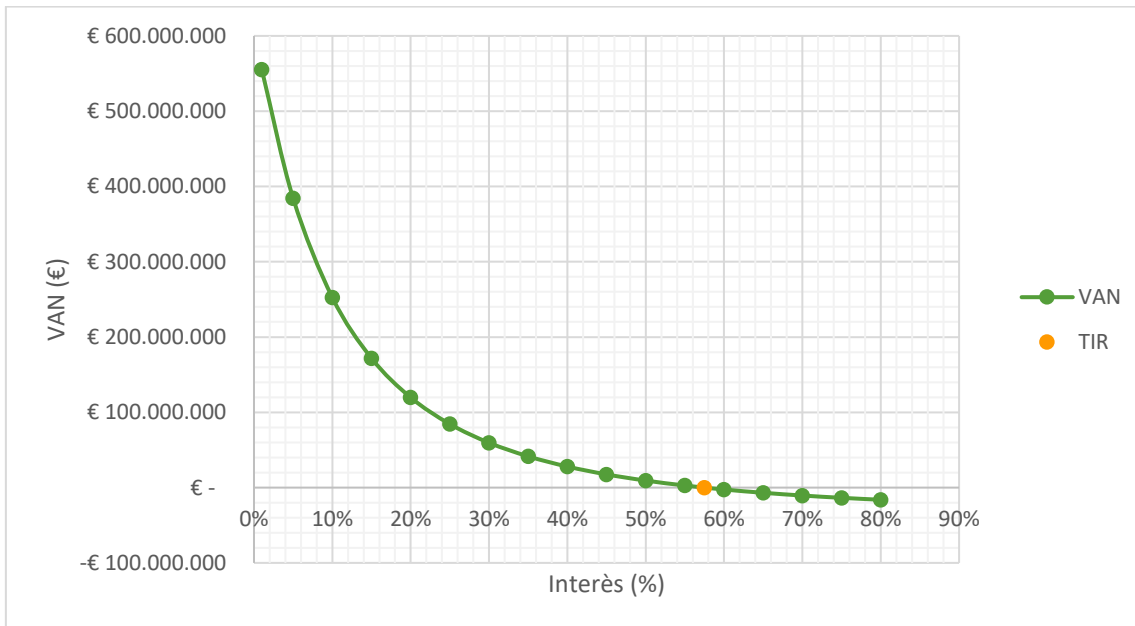


Figura 18: VAN i TIR si augmenta el preu dels serveis un 30%

La inversió es recupera a partir del tercer aproximadament tal com mostra a la Figura 19.

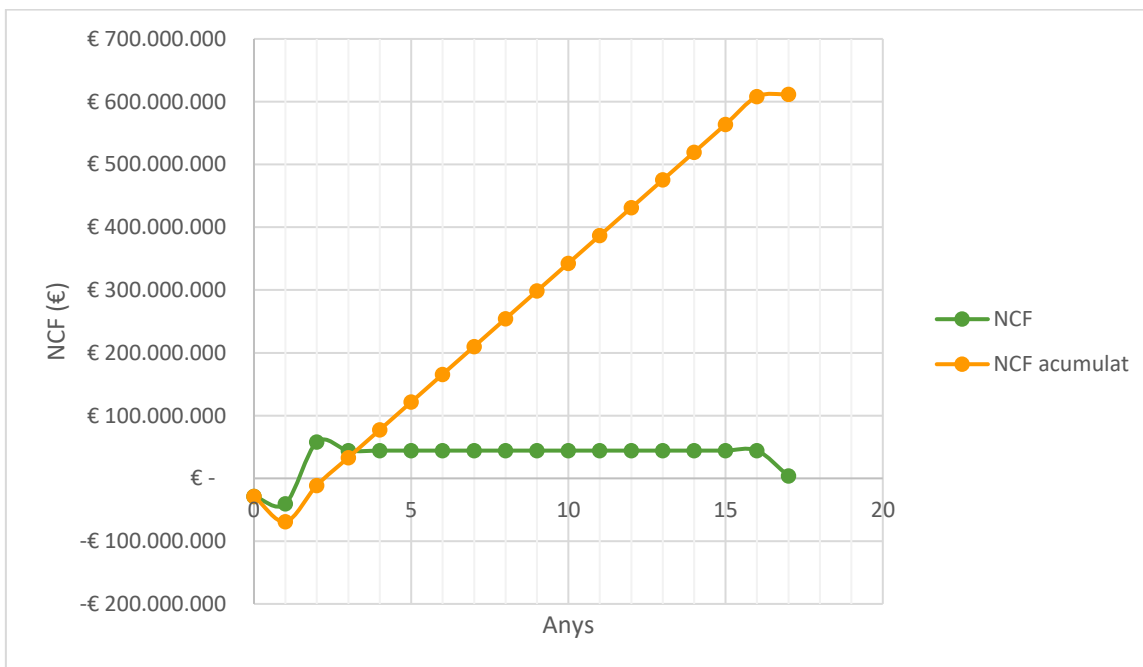
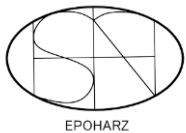


Figura 19: Pay-back si augmenta el preu dels serveis un 30%





EPOHARZ

Comparant aquests resultats amb els obtinguts a l'apartat 7.4, s'observa com el VAN no s'ha vist greument afectat, quan abans el TIR es torbava quan la taxa d'impostos era del 62,47%, ara es troba en una taxa d'impostos del 57,51%.

Pel que fa al retorn de la inversió inicial, en aquest cas seria d'aproximadament 3 anys, com en cas anterior. Per tant, el retorn de la inversió inicial no es veu afectat.

## 7.5 Conclusions

Un cop realitzats els estudis pertinents per a saber la rendibilitat de la planta, s'arriba a la conclusió que el projecte de producció de resina epoxy d'EPOHARZ serà rendible.

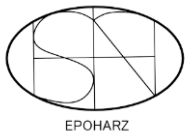
Per arribar a aquesta conclusió s'ha realitzat un estudi de mercat de totes les substàncies involucrades, així com de tots els productes i subproductes que produeix EPOHARZ. S'han calculat i explicat els diferents costos i ingressos que es preveuen per a la inversió del projecte, a més per visualitzar millor aquests resultats s'ha calculat el VAN, el TIR i el Pay-Back. A més a més, s'ha realitzat un estudi de sensibilitat per estudiar com farien variar la rendibilitat del projecte alguns factors, com l'augment del preu de compra de les matèries primeres, la disminució del preu de venda del producte i subproductes, l'augment del preu de la maquinaria i l'augment del cost dels serveis.

En el cas del Net Cash Flow (NCF), s'ha pogut observar com és un projecte atractiu degut a que un cop construïda la planta, s'obté una gran quantitat d'ingressos anualment. A més, el VAN ha demostrat com l'empresa podria assolir un ventall molt ampli de taxes d'interès, trobant-se el valor de  $VAN=0$ , és a dir, el TIR, quan els interessos són del 62,47%. En addició, el temps de retorn del capital invertit és d'aproximadament 3 anys, aquest resultat és atractiu ja que per a dur a terme qualsevol projecte, l'objectiu és recuperar en el menor temps possible la inversió inicial per a poder tenir guanys nets.

Pel que fa als estudis de sensibilitat, la variació dels preus de les matèries primeres, de la maquinaria i dels serveis no impliquen un canvi important a la rendibilitat del projecte. El factor que afecta més és el preu de venda del producte final, és a dir la resina epoxy i dels subproductes, el DCP i el NaCl.

Per aquest últim cas, el VAN i la TIR calculat, diuen que la planta no serà rendible a partir del 31,19% d'interès, envers al 62,47% del cas original. Tot i això el rang d'interessos és bastant ampli pel que seria fàcil trobar una entitat que aposti per la viabilitat del projecte. Pel que fa al retorn de la inversió inicial, en aquest cas seria de 5 anys, mentre que en cas anterior era de 3 anys. En aquest cas no hi ha una afectació tant important com en el cas del VAN.

Per acabar, es considera que la planta d'EPOHARZ és un projecte molt atractiu econòmicament, degut a que s'han obtingut resultats molt positius, els quals farien

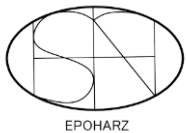


EPOHARZ

despertar l'interès dels inversors. S'ha de tenir el compte que el punt fort d'aquesta empresa és el fet de generar dos subproductes a més del producte principal, per tant, la inversió de la maquinaria addicional per a poder recuperar-los i vendre'ls resulta molt viable tenint en compte els beneficis addicionals que proporcionen a l'empresa.

## 7.6 Bibliografia

- [1] American Chemistry Council. (Octubre 2016). About BPA: Epoxy Resins.  
<https://www.factsaboutbpa.org/wp-content/uploads/2018/09/About-BPA-Epoxy-Resins.pdf>
- [2] Devashree Patwardhan , Eswara Prasad. (Maig 2022). Global Epoxy Resin Market.  
<https://www.alliedmarketresearch.com/epoxy-resins-market>
- [3] Mordor Intelligence. (2022). Epoxy resins market - growth, trends, covid-19 impact, and forecasts (2022 - 2027).  
<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-epoxy-resin-market-industry>
- [4] EPOXY. Energy.  
<https://epoxy-europe.eu/application/energy/>
- [5] Epoxy Resin Committee. (Juliol 2015). Epoxy resins in wind energy Applications.  
[https://www.epoxy-europe.eu/wp-content/uploads/2015/07/epoxy\\_erc\\_bpa\\_whitepapers\\_wind-energy-2.pdf](https://www.epoxy-europe.eu/wp-content/uploads/2015/07/epoxy_erc_bpa_whitepapers_wind-energy-2.pdf)
- [6] Triton. (2021). Global epoxy resins market 2021-2028.  
<https://www.tritonmarketresearch.com/reports/epoxy-resins-market#report-overview>
- [7] Fortune Bussines Insights. (Abril 2022). Epoxy Resin Market.  
<https://www.fortunebusinessinsights.com/epoxy-resin-market-106597>
- [8] Chemanalyst. (Març 2022). Epoxy Resin Price Trend and Forecast.  
<https://www.chemanalyst.com/Pricing-data/epoxy-resin-79#:~:text=In%20Europe%2C%20Epoxy%20Resin%20prices,in%20Q1%202022%20in%20Germany.>
- [9] Exportv.ru. (Desembre 2021). Bisphenol A price in 2021-2022.  
<https://exportv.ru/price-index/bisphenol-a>



EPOHARZ

[10] Exportv.ru. (Desembre 2021). Epichlorohydrin price in 2021-2022.

<https://exportv.ru/price-index/epichlorohydrin>

[11] Chemical Book. (16 desembre 2021). Benzyltriethylammonium chloride

[https://www.chemicalbook.com/SupplierPriceList\\_EN.aspx?cbn=CB2145040&c=25KG#price](https://www.chemicalbook.com/SupplierPriceList_EN.aspx?cbn=CB2145040&c=25KG#price)

[12] Echemi. (9 juny 2022). Methyl isobutyl ketone Market Price & Analysis

<https://www.echemi.com/productsInformation/pd20160116162201383-methyl-isobutyl-ke-ton.html>

[13] Chemanalyst. (Març 2022). Caustic Soda Price Trend and Forecast.

<https://www.chemanalyst.com/Pricing-data/caustic-soda-3>

[14] Echemi. (Novembre 2019). (±)-2,3-Dichloro-1-propanol

[https://www.echemi.com/products/pid\\_Rock6549-23-dichloro-1-propanol.html](https://www.echemi.com/products/pid_Rock6549-23-dichloro-1-propanol.html)

[15] Ercros. (2019).

<http://www.ercros.es/index.php?lang=es>

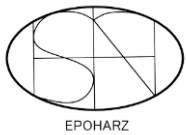
[16] Chemical Book. (16 desembre 2021). Sodium Chloride

[https://www.chemicalbook.com/SupplierPriceList\\_EN.aspx?cbn=CB4104636&c=1000KG#price](https://www.chemicalbook.com/SupplierPriceList_EN.aspx?cbn=CB4104636&c=1000KG#price)

[17] Habitaclia. (12 gener 2022). Solar industrial per nau aïllada en Torreforta Tarragona

[https://www.habitaclia.com/comprar-industrial-per\\_nau\\_aillada-tarragona-i4182003808328.htm?ady=1&f=&st=3&geo=p&from=list&lo=59](https://www.habitaclia.com/comprar-industrial-per_nau_aillada-tarragona-i4182003808328.htm?ady=1&f=&st=3&geo=p&from=list&lo=59)

[18] Couper, J. R., Penney, W. R., Fair, J. R., & Walas, S. M. (2005). *Chemical process equipment: selection and design*. Gulf professional publishing.



EPOHARZ

[19] Towler, G., & Sinnott, R. (2013). *Chemical engineering design: principles, practice and economics of plant and process design*. Butterworth-Heinemann.

[20] Scribd. CE Index

<https://es.scribd.com/document/109271666/CE-Index>

[21] Course Hero. CEPCI Nov 21

<https://www.coursehero.com/file/128641096/CEPCI-Nov-21pdf/>

[22] CYPE Ingenieros, S.A. Generador de Precios.

[http://www.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/calculaprecio.asp?Valor=41|0\\_0\\_0|2|IER010|ier\\_010: 0\\_0\\_0\\_0\\_46\\_1\\_0\\_0\\_0#gsc.tab=0](http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=41|0_0_0|2|IER010|ier_010: 0_0_0_0_46_1_0_0_0#gsc.tab=0)

[23] BOE, Núm 171. (7 juliol 2021). Convenio General de la Industria Química

<https://www.boe.es/boe/dias/2021/07/19/pdfs/BOE-A-2021-12038.pdf>

[24] Ideagua. Equip de Ósmosis inversa industrial 2500 litros/hora OI3180

<https://ideagua.com/equipo-de-osmosis-inversa-industrial-2500-litros-hora-oi3180/equipos-industriales/osmosis-industrial/industrial/7881/1474.html>

