Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior

Projecte final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Agroalimentària

Títol: Projecte d'una planta processadora de iuca per a l'obtenció de midó al districte de Jangamo, Moçambic

Document: Memòria

Alumne: Roger Riuró Puigvert

Tutor: Jaume Puig Bargués
Departament: Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària
Àrea: Enginyeria Agroforestal

Convocatòria (mes/any): 06/2016

Agraïments

En primer lloc m'agradaria donar les gràcies al tutor del projecte, en Jaume Puig per la seva dedicació, professionalitat i implicació en les correccions. També m'agradaria agrair a la resta de professors del departament per l'aprenentatge adquirit durant aquests anys.

En segons lloc vull donar les gràcies als meus pares i els meus germans pel suport rebut durant aquest temps.

També vull donar les gràcies als meus companys de classe, en especial a en Hamza, Llorenç i Narcís per les bones estones que hem passat a la Universitat, per l'ajuda rebuda i en definitiva per fer que a dia d'avui em quedin molt bons records del meu pas per la Universitat.

Per últim, no m'agradaria deixar-me de mencionar els companys de pis que m'han acompanyat durant aquests anys. Oscar, Elsa, Momo, Ingrid...

INDEX

1.Objectius del projecte i antecedents 5
2. Condicionants del projecte 5
2.1. Condicionants naturals 5
2.2. Condicionants legals 5
2.3. Condicionants de mercat 6
2.3. Condicionants del promotor 7
3. Situació actual 7
4. Estudi d'alternatives 7
5. Enginyeria del projecte 8
5.1. Enginyeria del procés 8
5.1.1. Procés d'elaboració 8
5.1.2. Programa productiu 12
5.1.3. Necessitats del projecte 13
5.1.3.1. Edificacions 13
5.1.3.2. Instal·lacions 14
5.1.3.3. Maquinària 14
5.1.3.4. Mà d'obra 15
5.1.3.5. Matèria primera (1 any) 15
5.1.3.6. Envasos (1 any) 16
5.1.3.7. Consums (1 any) 16
5.2. Enginyeria de les obres 17
5.2.1. Infraestructures bàsiques 17
5.2.1.1.Moviment de terres 17
5.2.1.2. Urbanització 17
5.2.1.3. Xarxa de sanejament 17
5.2.2. Edificacions 18
5.2.2.1.Fonamentació 18
5.2.2.2. Paviments 19
5.2.2.3. Estructura 19
5.2.2.4. Coberta 20
5.2.2.5. Tancaments 20
5.2.3. Instal·lacions 21
5.2.3.1. Instal·lació d'aigua 21
5.2.3.2. Instal·lació elèctrica 21
6. Instal·lació contra incendis 22
7. Incidència ambiental 23

7.1. Consum d'aigua 23
7.2. Aigua residual 23
7.3. Residus sòlids 23
7.4. Emissions de CO_2 24
7.5. Emissions de partícules 24
7.6. Consum d'electricitat 24
7.7. Sorolls 24
7.8. Impacte paisatgístic 24
8. Estudi bàsic de seguretat i salut 24
9. Programa d'execució de l'obra 25
10. Pressupost 26
11. Anàlisi econòmica del projecte 27
11.1. Ingressos, Costos i benefici del projecte 27
11.2. Fluxos de caixa 27
11.3. Ràtios econòmiques 29
13.4. Conclusions 30

1.Objectius del projecte i antecedents

L'objectiu d'aquest projecte és el de justificar l'obra civil, les instal·lacions i la maquinària necessàries per a la posada en marxa d'una planta processadora de iuca per a la obtenció de midó amb capacitat de 40 t de midó per dia situada a l'Àfrica austral.

Altrament, aquest projecte es redacta amb la finalitat d'obtenir el títol de Graduat en Enginyeria Agroalimentària, en l'especialitat d'indústries agràries i alimentàries, per l'alumne Roger Riuró Puigvert a l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona.

L'elaboració d'aquest projecte respon a les necessitats del promotor d'executar una indústria d'aquestes característiques a Moçambic, per tal de poder vendre el producte dins el mercat moçambiquès i en suma, als països de l'Àfrica austral. Es preveu que un percentatge de midó sigui venut a altres indústries, tant alimentàries com d'altres rams i la producció restant es destini a la venda a supermercats i/o majoristes.

Aquesta indústria, es caracteritza per elaborar només un sol producte i aquest s'obté a partir d'un procés eminentment extractiu. L'element que es processa s'utilitza com a matèria prima en altres processos.

La indústria projectada s'ubicarà al districte de Jangamo, a l'avinguda Maguiguana, a escassos metres del petit nucli urbà de Jangamo. Aquest districte es troba a la Província d'Inhambane, situada al sud-est de Moçambic. Els terrenys han estat cedits per l'*Associaçao de Pequenos Agricultores do Maxixe* (APAM) a l'empresa promotora.

2. Condicionants del projecte

A continuació es detallen els diferents condicionants que l'empresa precisa:

2.1. Condicionants naturals

- El sòl dels terrenys cedits és urbanitzable
- La indústria gaudeix de subministraments, ja que al trobar-se a prop de l'enclavament Maxixe-Inhambane disposarà d'aigua per el procés, xarxa d'evacuació d'aigües i electricitat, un privilegi tenint en compte el reduït sistema d'electrificació de Moçambic.
- Els terrenys on s'edificarà la indústria són propers a la *Estrada nacional 1* (carretera nacional), la carretera més important de Moçambic i que ressegueix la costa d'extrem a extrem del país.

2.2. Condicionants legals

Abans de fer menció a la normativa a la qual està subjecta el present projecte, es vol aclarir que el sistema legislatiu moçambiquès manca de codis tècnics per al dimensionament de l'obra civil,

les instal·lacions hidràulica, elèctrica, d'incendis i d'aire calent. Per donar solució a aquest problema, s'ha optat per la normativa espanyola que regula aquests aspectes, com el Codi Tècnic de l'edificació (CTE), el reglament electrotècnic per a baixa tensió (REBT) i el reglament de seguretat contra incendis en establiments industrials (RSCIEI), entre d'altres. Aquesta mesura és habitualment adoptada pels professionals estrangers que es dediquen al sector de la construcció a Moçambic.

No obstant això, el projecte està subjecta a la normativa següent:

- *Decreto nº 60/2006 que aprova o Regulamento do Solo Urbano*
- *Decreto nº 77/2015 que aprova o Regulamento do Licenciamento da Actividade de Empreitero de Construçao Civil*
- *Decreto nº 120/1971 que aprova o Regulamento de Segurança do Pessoal e Higiene no Trabalho (Diploma Legislativo)*
- *Decreto nº 45/2004 que aprova o Regulamento de Avaliação do Impacto Ambiental*
- *Decreto nº 1976/1960 que aprova o Regulamento do Betao Armado (responsabilidade dos engenheiros)*
- *Decreto nº 23/2008 que aprova o Regulamento da Lei de Ordenamento do Território*

2.3. Condicionants de mercat

El midó és una matèria prima molt important per a un gran nombre d'indústries, que inclouen tèxtils, paper, adhesius, productes farmacèutics i productes alimentaris. A mesura que un país es torna més desenvolupat la demanda de midó creix exponencialment.

En virtut de la seva naturalesa i versatilitat, el midó de iuca pot competir amb midons d'altres procedències a preus més competitius. A part d'això, el midó té una llarga llista d'aplicacions que no només fan referència a la indústria alimentària, sinó que es pot utilitzar en processos en indústries tèxtils, de paper, química, etc. En la indústria alimentària, el midó s'utilitza com a estabilitzant, conservador, gelificant, aglutinant i una llarga llista de funcionalitats.

Aproximadament, el mercat mundial del midó està composat per midó de blat de moro en un 80%. Resulta interessant doncs, l'obtenció de midó a partir de la iuca, ja que aquest cultiu es més barat i disposa d'una resistència a les condicions adverses majors que altres cultius competidors. Aquest fet pot resultar interessant en els pròxims anys degut al canvi climàtic.

Pels motius exposats en els dos paràgrafs anteriors, el mercat del midó ha crescut a un ritme inter-anual molt alt durant les dues últimes dècades. La previsió per els pròxims anys és de continu creixement.

En l'annex 1 sobre l'estudi de mercat es troba aquest apartat més desenvolupat.

2.3. Condicionants del promotor

Els condicionants fixats pel promotor són els següents:

- La indústria ha d'estar ubicada a prop de la carretera nacional
- La indústria ha d'estar ubicada en una zona d'alta productivitat de iuca
- La producció diària de midó ha de ser modulable i/o ampliable
- Els terrenys seran cedits per l'*Associação de Pequenos Agricultores do Maxixe* (APAM) a canvi de donar llocs de treball als agricultors i una petita part dels beneficis de l'empresa.
- El pressupost no ha de ser superior a 2.000.000 €.
- El temps de recuperació de la inversió ha de ser inferior a 15 anys.

3. Situació actual

La indústria projectada estarà ubicada a l'avinguda Maguiguana, que està situada molt a prop del nucli urbà de Jangamo, al districte del mateix nom, a la província d'Inhambane, al sud-est de Moçambic. La indústria es construirà en una parcel·la de 10055 m^2 totals, dels quals s'en construiran 2719 m^2.

4. Estudi d'alternatives

A continuació es mostren les alternatives estudiades a l'annex 3 (Taula 2) que sorgeixen alhora de dissenyar la planta processadora de midó.

Taula 2. Alternatives estudiades

Concepte	***Alternativa 1***	***Alternativa 2***	***Alternativa 3***	***Alternativa 4***	***Alternativa escollida***
Laboratori	Integrat	Extern	-	-	1
Caldera	Aquotubolar	Pirotubolar	-	-	2
	Carbó	Gasoil	Gas natural	Biomassa	4
Ubicació Moçambic	Nord	Centre	Sud	-	3
Tipologia de midó	Agre	Natural	-	-	2
Tipus d'estructura	Formigó armat	Formigó armat In situ	Estructura metàl·lica	-	1
Capacitat productiva	15 t/dia	40 t/dia	60 t/dia	-	2
Matèria primera	Blat	Iuca	Arròs	-	2
Netejadora	Cilíndrica de càrrega	Cilíndrica de càrrega	Cilíndrica semi-	-	1
Separadora de fibra	Tambor rotatori	Roto colador -		-	1

Font. Elaboració pròpia

5. Enginyeria del projecte

5.1. Enginyeria del procés

En aquest apartat es detalla el procés d'elaboració del midó, el programa productiu i les necessitats que requereix aquesta activitat.

5.1.1. Procés d'elaboració

En la Figura 1 es mostra el diagrama de flux del procés d'obtenció de midó:

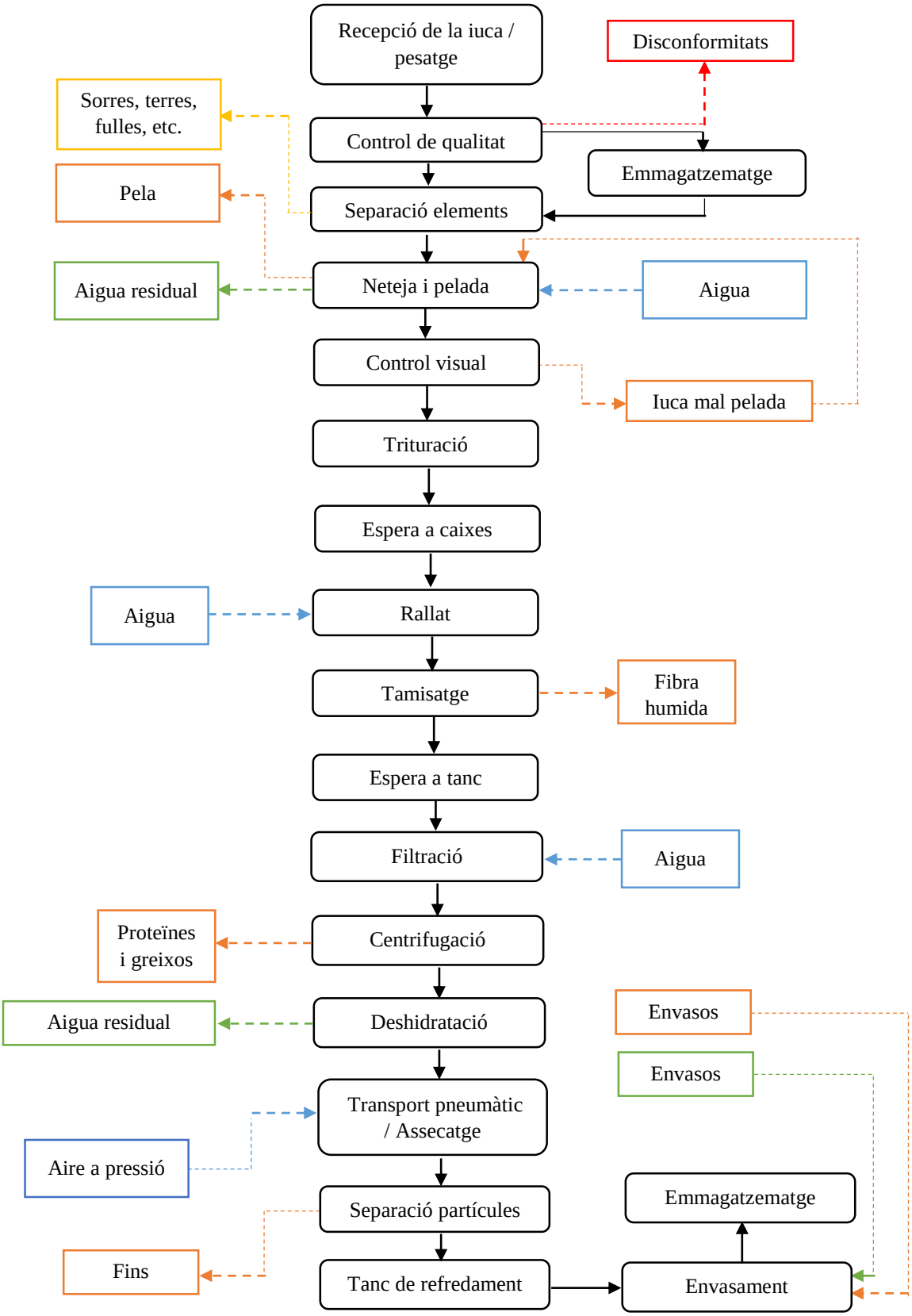

Figura 1. Diagrama de flux d'una planta de midó. Font: elaboració pròpia

A continuació s'expliquen molt resumidament les diferents etapes del procés d'obtenció del midó. En l'annex 2 sobre l'enginyeria del procés es detallen amb més profunditat.

Recepció de la iuca i pesatge del camió:

La matèria primera arriba a la planta processadora en un interval de 24-48 h perquè la iuca estigui en bon estat. El camió aboca la iuca a un dipòsit col·lector a fi de que aquesta entri al procés productiu. El camió que s'haurà pesat amb anterioritat, haurà de romandre a l'espera de carregar les sorres, arrels i elements varis que separa el garbell vibratori per fer la tara i tornar a ser pesat a la sortida.

Control de qualitat:

S'efectuarà un control de diferents paràmetres per a determinar si la iuca a processar compleix els requisits mínims perquè li sigui extret un midó de bona qualitat. Se solen realitzar anàlisis físiques i químiques, en què els paràmetres de la iuca que són objecte d'estudi són:

- Color
- Temperatura de gelificació
- Capacitat de retenció de l'aigua
- Retrogradació
- Mida de partícules (granulometria)
- Acidesa
- Cendres

Paral·lelament també es realitzen anàlisis microbiològiques, en un temps estipulat no major a una setmana, on es comptabilitza el nombre de bacteris d'unitats formadores de colònies (UFC/g) de:

- Aerobis mesòfils
- Fongs i llevats
- Coliforms totals
- *Escherichia coli*
- Salmonel·la

Separació d'elements estranys:

Consisteix en separar la iuca de la terra, sorra, grava, pedres i arrels que juntament amb la iuca s'han carregat en el camió ja que la quantitat d'aquests elements que sol haver-hi en les plantes productores de midó és considerable.

Neteja i pelada de les arrels:

Aquesta operació es realitza amb un doble objectiu: en primer lloc, es realitza la neteja definitiva abans d'entrar en procés, eliminant qualsevol matèria estranya i en segon lloc s'elimina la pela, que a efectes de procés no interessa.

Control visual:

Encara que s'han eliminat en dues operacions matèries estranyes resulta interessant fer una última inspecció visual al pas de la iuca rentada per la cinta transportadora.

Trituració:

La trituració consisteix en tallar les peces de iuca a una mida més petit de tal manera que es prepara per a un procés posterior.

Espera a caixes:

En molts processos és necessari dissenyar caixes pulmó per evitar l'acumulació del producte a elaborar. Aquest fet s'explica perquè els procés fins aquest punt va més ràpid que d'aquí en endavant

Rallat:

En aquesta operació consisteix en tallar els trossos de iuca a un gruix de uns 30 mm per tal de que s'alliberin els grans de midó. S'addiciona aigua per a facilitar l'extracció dels grans de midó, el resultat és una un fluid pastós (barreja d'aigua i llet).

Tamisatge:

El tamisatge consisteix en fer passar la llet per unes reixes anomenades tamisos que retenen la part fibrosa de la iuca. La fibra té un percentatge molt petit en la iuca, si bé és necessari la seva extracció per obtenir un m midó de qualitat.

Espera a tanc:

Pels mateixos motius exposats anteriorment en les caixes pulmó, en aquest punt del procés també és necessari instal·lar un tanc per a solucionar imprevistos.

Filtració:

Al mateix tanc es realitzarà una filtració per eliminar partícules insolubles, per a facilitar operacions posteriors. En aquest punt es torna a afegir aigua.

Centrifugació:

En aquesta fase es vol separar les partícules de midó i d'aigua dels compostos solubles (proteïnes, matèria grassa, sucres...).

Deshidratació:

L'objectiu d'aquest procés és el de reduir de manera considerable el percentatge en aigua dels grans de midó. Passada aquesta operació el percentatge d'aigua s'ha de trobar al 35%.

Transport pneumàtic/assecatge:

En aquest procés les partícules de midó es veuen sotmeses a un corrent d'aire calent que fa caure el percentatge d'aigua fins a un 12-13%.

Separació de partícules:

En aquesta operació es realitza la separació dels fins amb la de les partícules aptes per a la seva comercialització.

Refredament a tanc:

Degut a l'elevada temperatura que es troben les partícules de midó és interessant refredar-les.

Envasament:

El midó arriba a la màquina envasadora, on amb l'ajuda d'operaris serà empacada en envasos de diferent format.

Emmagatzematge:

Seguidament el midó serà guardat a l'espai habilitat, a l'espera de ser expedit. Degut a les seves característiques, no necessita unes condicions especials d'emmagatzematge.

5.1.2. Programa productiu

La jornada laboral diària serà de 16 hores, havent-hi 2 torns de 8 hores cadascun, un de matí i l'altre de tarda. Amb aquest horari i els dies que la fàbrica romandrà oberta (Taula 1), s'ha calculat la quantitat de midó que es processarà. En l'annex 5 sobre el programa productiu es detalla com s'ha realitzat la programació de l'activitat industrial

Els 2 mesos que l'empresa romandrà tancada, fan referència a aquells en que les condicions de recol·lecta de midó són més desfavorables i per tant l'empresa no podrà comprar la matèria prima. Per al càlcul de la resta dels dies laborables s'ha tingut en compte els dies festius que es celebren a Moçambic.

Taula 1. Dies de treball i quantitat de midó a processar

Mes	***Nombre de dies laborables***	***Percentatge (%)***	***Quantitat de midó processat (kg)***
Gener	20	8,84	144000
Febrer	20	8,84	144000
Març	23	10,17	165600
Abril	20	8,84	144000
Maig	22	9,73	158400
Juny	22	9,73	158400
Juliol	21	9,29	151200
Agost	-	-	-
Setembre	-	-	-
Octubre	25	11,06	180000
Novembre	26	11,50	187200
Desembre	27	11,94	194400
Total	**226**	**100**	**1627200**

Font: elaboració pròpia

5.1.3. Necessitats del projecte

Les necessitats del present projecte són les següents:

5.1.3.1. Edificacions

La nau que es projecta és de geometria rectangular, té unes dimensions totals de 60,7 m de llargada, 44,8 m d'amplada, la qual cosa suposen 2719 m^2 construïts. No obstant això, s'ha dividit la nau en 2 mòduls d'una sola planta cada un: el gran, on s'hi troba la zona de producció, els despatxos, els vestidors, els lavabos i el laboratori i el mòdul petit, on es troba el magatzem i la sala de màquines. El mòdul gran té unes dimensions de 60,7 m de llargada i 29,9 metres d'amplada i el mòdul petit té unes dimensions de 60,7 m de llargada i 14,9 m d'amplada.

Tota l'estructura és de formigó armat prefabricat i els tancaments són de blocs de formigó de 20 cm x 20 cm x 40 cm. Cal dir que a la part superior de les façanes de la nau s'ha instal·lat panells tipus sandvitx. Aquesta estructura està formada per 11 pòrtics de 30 m de llum i uns altres 11 pòrtics de 15 m de llum. Les finestres seran d'alumini lacat d'una fulla i les portes d'alumini d'una fulla d'interior batent.

Les cobertes (tant la del mòdul gran com la del petit) tenen una pendent de 15% i són de panells sandvitx metàl·lics de dues greques amb làmina plana.

Les divisòries interiors estan formades també per blocs de formigó de 20 cm x 20 cm x 40 cm. En les sales que ho requereixin, s'ha instal·lat cel ras de plaques d'escaiola de cara vista de 60 cm x 60 cm.

La fonamentació esta composada per 22 sabates de 2,5 m x 2,5 m x 1 m i 11 sabates de 1,8 m x 1,8 m x 0,8 m lligades totes per riostes de 0,35 m x 0,35 m. El formigó utilitzat és el HA-30/P/20/IIa per emplenar les sabates i riostes i el formigó de neteja és el HM-20/P/40/I.

A l'annex 7 sobre l'obra civil es troben els materials constructius més detallats i els càlculs realitzats.

5.1.3.2. Instal·lacions

Les instal·lacions necessàries per poder posar en marxa la indústria són les següents:

- Instal·lació elèctrica
- Instal·lació hidràulica
- Instal·lació contra incendis
- Instal·lació de sanejament
- Instal·lació d'aire calent

5.1.3.3. Maquinària

La maquinària necessària per a dur a terme el procés descrit anteriorment és la que s'indica en la Taula 3)

Taula 3. Maquinària necessària pel procés productiu

Màquina	***Nombre***	***Potència activa unitària (W)***
Cargol sense fi	1	2000
Cinta transportadora	5	1470
Garbell vibratori	1	5500
Netejadora	1	4000
Trituradora	1	5000
Molí	2	5000
Bomba de procés	1	948
Bomba de procés	1	641
Bomba de procés	2	389
Tamisadora	2	5500
Centrífuga	2	5500
Deshidratadora	1	5500
Ventilador	1	550
Bomba de retorn de l'aigua	3	247
Motor de la caldera	2	1492
Bomba d'aire	2	3177

Font: elaboració pròpia

5.1.3.4. Mà d'obra

L'equip de persones que vetllaran pel correcte funcionament de l'activitat productiva són els que figuren a continuació:

- 1 Gerent:
- 2 Administratius/comptables
- 2 Enginyers de planta
- 2 Operaris de planta
- 2 Operaris de matèries primeres
- 2 Operaris de manteniment
- 2 Operaris d'envasament
- 2 Operaris de magatzem
- 2 Tècnics de laboratori

Cal dir que aquesta mà d'obra necessària està pensada per als 2 torns.

5.1.3.5. Matèria primera (1 any)

Per a realitzar aquesta producció, és necessària la matèria primera que es mostra a la Taula 4.

Taula 4. Necessitats de iuca per cada mes de l'any

Mes	***Nombre de dies laborables***	***Quantitat de iuca necessària (kg)***
Gener	-	-
Febrer	20	800000
Març	23	920000
Abril	20	800000
Maig	22	880000
Juny	22	880000
Juliol	21	840000
Agost	23	920000
Setembre	24	960000
Octubre	25	1000000
Novembre	26	1040000
Desembre	-	-
Total	**226**	**9040000**

Font: elaboració pròpia

5.1.3.6. Envasos (1 any)

De la mateixa manera, també s'han calculat els envasos necessaris (Taula 5).

Taula 5. Necessitats d'envasos per cada trimestre de l'any

Mes	***Midó processat (kg)***	***Tipus d'envàs***	***Percentatge***	***Quantitat d'envasos***
Gener	-	1 kg	10%	30960
Febrer	144000	5 kg	15%	9288
Març	165600	25 kg	15%	1858
Total	**309600**	1000 kg	60%	186
Abril	144000	1 kg	10%	46080
Maig	158400	5 kg	15%	13824
Juny	158400	25 kg	15%	2764
Total	**460800**	1000 kg	60%	276
Juliol	151200	1 kg	10%	48960
Agost	144000	5 kg	15%	14688
Setembre	194400	25 kg	15%	2938
Total	**489600**	1000 kg	60%	294
Octubre	180000	1 kg	10%	36720
Novembre	187200	5 kg	15%	11016
Desembre	-	25 kg	15%	2204
Total	**367200**	1000 kg	60%	221

Font: elaboració pròpia

5.1.3.7. Consums (1 any)

Els consums d'aigua, electricitat i combustible previstos es mostren a la Taula 6.

Taula 6. Consums anuals d'aigua, electricitat i combustible

Concepte	***Quantitat***
Aigua	31974 m^3
Electricitat	92,60 kw (pot. contractada)
Combustible	318,71 t

Font. Elaboració pròpia

5.2. Enginyeria de les obres

5.2.1. Infraestructures bàsiques

5.2.1.1.Moviment de terres

El terreny on es construirà la indústria és totalment planer, per la qual cosa no serà necessari efectuar cap moviment de terres per a la seva explanació. No obstant això si que és necessari efectuar una neteja i esbrossada del terreny.

Seguidament es procedirà a l'excavació de rases i pous mitjançant una retroexcavadora per tal de realitzar la fonamentació i el sanejament. Quan s'hagi fet la instal·lació de sanejament s'ompliran els espais buits i es compactaran amb les terres de l'excavació.

Per últim es realitzarà un terraplenat i piconatge amb terres per a elevar la nau fins al nivell del paviment.

5.2.1.2. Urbanització

El perímetre de la nau estarà tancat amb un reixat d'acer de 0,6 m d'alt format per malles emmarcades i malles electrosoldades fixades mecànicament amb suports verticals de secció circular amb acabat galvanitzat. Aquesta reixa es col·locarà sobre un sòcol. La part exterior de la nau no està pavimentada.

5.2.1.3. Xarxa de sanejament

Les aigües a evacuar tenen bàsicament 2 orígens: les aigües pluvials i les aigües residuals. L'evacuació d'aquestes es realitzarà de manera separada, de tal manera que cada tipologia d'aigua a evacuar tindrà la seva xarxa de sanejament. Les aigües pluvials són provinents de les precipitacions i les aigües residuals provenen dels rentamans, dutxes, lavabos.

Les aigües pluvials es recullen als canalons instal·lats a la coberta de la nau (en el cas d'aquest projecte n'hi ha 3) i passen a través de baixants als col·lectors, que evacuaran les aigües fins a la xarxa de sanejament municipal. Els canalons seran de PVC i tindran un pendent del 4% i les seves dimensions seran de 125 mm de diàmetre, 25 cm de desenvolupament i 6 mm de gruix. Els baixants també seran de PVC i tindran un diàmetre de 9,8 cm. El diàmetre dels col·lectors serà de 140 mm.

Les aigües residuals són les que provenen dels elements que hi ha als vestidors (piques, dutxes, lavabos) i laboratori (piques). Els diferents elements que composen aquesta instal·lació són els col·lectors, que són els que s'encarreguen d'evacuar les aigües residuals dels diferents serveis, i les derivacions, que són els trams de canonada que van des de el punt de servei fins a als col·lectors. Tant per a les derivacions com per als col·lectors s'utilitzaran canonades de PVC i

tindran una pendent de 2%. Els càlculs es troben especificats a l'annex 10 sobre el dimensionament de la instal·lació hidràulica.

Els diàmetres de les derivacions i dels col·lectors figuren a les Taules 7 i 8:

Taula 7. Diàmetre de les derivacions

Element	***Diàmetre nominal exterior (mm)***
Lavabo	100
Pica	40
Dutxa	40

Font. Elaboració pròpia

Taula 8. Diàmetre dels col·lectors

Element	***D (mm)***
Lavabo	
Pica	90,00
Dutxa	
Lavabo	
Pica	90,00
Dutxa	
Pica	
Total	

Font. Elaboració pròpia

5.2.2. Edificacions

5.2.2.1.Fonamentació

La fonamentació de la nau estarà composada per sabates aïllades lligades mitjançant bigues de travament. Els materials emprats per a la fonamentació són els següents:

- Formigó de neteja HM-20/P/40/I
- Formigó per a sabates i riostes HA-30/P/20/IIa
- Armat sabates i riostes B-500-S

La tensió admissible del terreny és de 20 N/cm^2. Les característiques de les sabates i de les bigues de travament són les següents:

Sabata tipus 1

- Dimensions: 2,5 m x 2,5 m x 1 m
- Tipologia: Sabata rígida
- Armat superior: 23 rodons de Φ 16 mm separats 113,63 mm
- Armat inferior: 23 rodons de Φ 16 mm separats 113,63 mm

Sabata tipus 2

- Dimensions: 1,8 m x 1,8 m x 0,8 m
- Tipologia: Sabata rígida
- Armat superior: 14 rodons de Φ 16 mm separats 138,46 mm
- Armat inferior: 14 rodons de Φ 16 mm separats 138,46 mm

Sabata tipus 3 (a efectes pràctics igual que la 1, però les càrregues aplicades són diferents)

- Dimensions: 2,5 m x 2,5 m x 1 m
- Tipologia: Sabata rígida
- Armat superior: 23 rodons de Φ 16 mm separats 113,63 mm
- Armat inferior: 23 rodons de Φ 16 mm separats 113,63 mm

Bigues de travament

- Dimensions: 0,35 m x 0,35 m
- Barres de Φ 16 mm
- Estreps de Φ 4 mm i una separació entre ells de 20 cm

Els càlculs es troben a l'annex 7 sobre l'obra civil i la posició de les sabates en el plànol 15.

5.2.2.2. Paviments

Els paviments estan formats per una capa de neteja i anivellament del terra de 10 cm de gruix i de formigó tipus HL-150/B/20 de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm. A sobre es col·loca una capa de formigó de 20 cm de gruix acabat amb 4 kg/m^2 de pols de quars color, amb formigó HA-25/B/20/IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, armat amb una armadura de lloses de formigó AP-500-SD amb malla electrosoldada de barres corregudes d'acer.

5.2.2.3. Estructura

L'estructura de la nau industrial està formada pels següents elements:

Pòrtic gran

- Jàssera: Prefabricada de formigó pretensat en forma de T invertida
- Llum: 30 m
- Separació entre pòrtics: 6 m
- Pilars: 50 cm x 50 cm
- Biguetes: 12 separades entre si 1,25 m i de 6 m de longitud

Pòrtic petit

- Jàssera: Prefabricada de formigó pretensat en forma de T invertida
- Llum: 15 m
- Separació entre pòrtics: 6 m
- Pilars: 50 cm x 50 cm
- Pilars: 40 cm x 40 cm
- Biguetes: 8 separades entre si 1,04 m i de 6 m de longitud

5.2.2.4. Coberta

Les cobertes tant del mòdul gran com la del mòdul petit tindran una pendent del 15%, fetes a base de panells tipus sandvitx metàl·lics amb dues greques amb ànima de llana de roca de 100 kg per metre cúbic i gruix 50 mm. La coberta estarà ancorada a l'estructura mitjançant ganxos o cargols autoroscants.

Les cobertes disposaran d'un carener a la part superior fet de planxa d'acer plegada amb acabat prelacat, de 0,6 mm de gruix, 60 cm de desenvolupament, com a màxim, amb 5 plecs, per a carener, col·locat amb fixacions mecàniques.

5.2.2.5. Tancaments

Els tancaments de la nau industrial es realitzaran a base de blocs de formigó foradats de morter de ciment de dimensions 40 cm x 20 cm x 20 cm, amb relleu gris amb components hidrofugats. Altrament, la part superior de les façanes de la nau industrial es recobrirà amb un tancament vertical amb placa amb dues planxes d'acer i aïllament de llana mineral de roca amb un gruix total de 50 mm, amb la cara exterior micronervada, gruix de les planxes (exterior/interior) de 0,6/0,5 mm, junt longitudinal encadellat i sistema de fixació oculta.

Les divisòries anteriors també estan formades per blocs de formigó foradats de morter de ciment de dimensions 40 cm x 20 cm x 20 cm, amb relleu gris amb components hidrofugats.

Les portes que donen a la part exterior de la nau són d'alumini lacat amb una fulla batent i bastiment de base de tub d'acer galvanitzat i vidre laminar de seguretat. Pel que fa a les portes interiors són de perfils d'alumini, d'una fulla d'obertura interior batent i un punt de tancament.

Les finestres seran de d'alumini lacat d'una fulla batent amb bastiment de base de tub d'acer galvanitzat i vidre aïllat.

Els acabats seran de guix C6 sobre parament vertical i pintat per sobre amb pintura plàstica i acabat llis amb capa segelladora.

5.2.3. Instal·lacions

5.2.3.1. Instal·lació d'aigua

El subministrament procedirà de la xarxa d'abastament municipal. La pressió que l'aigua arriba a l'escomesa és de 3,5 atm. La presa a la xarxa consta d'una clau de pas i un comptador general. Hi haurà una única xarxa: la xarxa d'aigua freda sanitària. Aquesta xarxa subministrarà aigua a 3 punts del procés, a més de fer-ho als lavabos i al laboratori. La xarxa d'aigua calenta no és necessària degut a les condicions climàtiques on es troba la nau industrial.

Els càlculs realitzats per al dimensionament de la instal·lació d'aigua es troben a l'annex 10 sobre el dimensionament de la instal·lació hidràulica

5.2.3.2. Instal·lació elèctrica

L'escomesa procedent de l'estació transformadora fins al quadre general de baixa tensió, que estarà situada a la sala tècnica. Des d'aquest punt sortiran les línies monofàsiques i trifàsiques amb una tensió de 230 V i 400 V respectivament.

La instal·lació s'ha distribuït en 3 línies generals: SQ1 i SQ2 (monofàsiques) i SQ3 (trifàsica). Aquestes línies arriben fins a 3 subquadres, que alimenten a les línies d'enllumenat, endolls monofàsics i endolls trifàsics (per maquinària).

Els càlculs realitzats per al dimensionament de la instal·lació elèctrica es troben a l'annex 8 sobre el dimensionament de la instal·lació elèctrica

Enllumenat:

L'enllumenat de la indústria comporta utilitzar la següent quantitat de làmpades

- 173 Làmpades fluorescents de 58 W
- 36 làmpades d'emergència de 10 W
- 12 làmpades de vapor de sodi de 150 W

Secció dels conductors:

- Línies monofàsiques: es realitzarà amb cables bipolars de coure amb material aïllant de etilè propilè (EPR)
- Línies trifàsiques: cables tetrapolars de coure amb material aïllant de etilè propilè (EPR)

Les seccions dels diferents trams de les línies monofàsiques i trifàsiques es mostren en l'annex 8.

Endolls:

- 38 endolls monofàsics amb presa a terra lateral i tapa protegida
- 26 endolls trifàsics tipus mural amb grau de protecció IP-44.

Aparells de protecció:

Els aparells de protecció emprats en la instal·lació elèctrica són els següents:

- 21 magnetotèrmics (Intensitats nominals i tipologia especificats a l'annex 8)
- 21 interruptors diferencials (sensibilitats i intensitats nominals a l'annex8)
- 1 Interruptor general de potència (ICP) de 630 A
- 1 Quadre general de protecció (QGP)
- 1 pica vertical (posada a terra)

Potència a contractar:

La potència elèctrica a contractar és de 92,6 kW.

6. Instal·lació contra incendis

En l'annex 9 sobre el dimensionament de la instal·lació contra incendis es detallen els càlculs efectuats. A la Taula 9 es mostren els nivells de risc intrínsec de les zones de l'edifici.

Taula 9. Càrrega de foc ponderada de les diferents zones

Zona	***Q_s(Mcal/m^2)***	***Nivell de risc intrínsec***
Producció	821,70	6 (alt)
Emmagatzematge	34646,04	8 (alt)

Font. Elaboració pròpia

En base als valors del nivell de risc intrínsec, la configuració de l'edifici i les seves dimensions s'han definit totes les mesures correctores a tenir en compte i es descriuen a continuació:

Materials:

- Paviments: Rajoles de gres de 35 cm x 35 cm
- Cels rasos: plaques d'escaiola de cara vista de 60 cm x 60 cm de cantells encadellats i suspensió amb filferro galvanitzat fixat amb tacs.
- Aïllament de cables: etilè propilè (EPR)
- Elements estructurals amb funció portant: R-90
- Elements constructius delimitadors d'incendi: R-240
- Acer de classe A1 (M0)

Sortides:

- Una única sortida, no essent aquesta d'emergència

Ventilació:

- Natural mitjançant finestres i portes

Elements de protecció contra incendis:

- 38 detectors contra incendis
- 4 alarmes manuals contra incendis
- 4 boques d'incendi equipades (BIE)
- 2 hidrants exteriors
- 11 extintors d'aigua polvoritzada
- 2 extintors ABC
- ·8 ruixadors automàtics d'aigua
- 36 llums d'emergència de 10 W
- Senyalització amb panells informatius

En l'annex 9 sobre el dimensionament de la instal·lació contra incendis es detallen els càlculs efectuats.

7. Incidència ambiental

D'acord amb la normativa vigent, s'ha realitzat un Estudi Ambiental Simplificat (EAS), que té com a finalitat reduir l'impacte ecològic que aquesta activitat industrial pot produir. A continuació s'indiquen els elements que poden alterar el sistema ambiental de la zona i les mesures correctores:

7.1. Consum d'aigua

- 137496 l/dia
- Mesura correctora: sistema de recuperació d'aigua bruta procedents del procés

7.2. Aigua residual

- 910,5 l/dia
- Mesura correctora: sensibilització als treballadors

7.3. Residus sòlids

- Pela de iuca. Destinació: compostatge
- Fibra humida. Destinació: alimentació animal
- Proteïnes i compostos solubles. Destinació: alimentació animal

- Caixes, papers. Destinació: combustible per a la caldera

7.4. Emissions de CO_2

- Quantitat no determinada
- Mesura correctora: utilització de biomassa i per tant producció de CO_2 net

7.5. Emissions de partícules

- 7,1 kg/dia de fins de midó al 14% humitat
- Cendres de la biomassa cremada
- Mesura correctora: no se n'ha pres cap al respecte

7.6. Consum d'electricitat

- 92,6 kW de potència contractada
- Mesura correctora: sensibilització als treballadors

7.7. Sorolls

- Provinents de camions i de la maquinària
- Mesura correctora: utilització de cascs

7.8. Impacte paisatgístic

- Alt
- Mesura correctora: instal·lació de plantes a les façanes de l'edifici i a les tanques delimitadores de la parcel·la

En l'annex 16 sobre l'estudi de l'impacte ambiental es troben uns continguts més detallats.

8. Estudi bàsic de seguretat i salut

L'estudi bàsic de seguretat i salut Servirà per donar unes directrius bàsiques a l'empresa constructora per portar a terme les seves obligacions en el camp de la prevenció de riscos professionals, i en facilitarà el desenvolupament, sota el control de la direcció facultativa, d'acord amb la normativa a aplicar.

Degut a que l'execució del projecte a es durà a terme a Moçambic, s'utilitzarà el *Regulamento de Segurança do Pessoal e Higiene no Trabalho, decreto 120/1971*, normativa la qual encara no ha estat derogada. També s'utilitzarà la guia sobre les supervisions d'obres realitzada pel Govern moçambiquès l'any 2013.

Aquesta normativa consta dels capítols següents:

- Capítol 1. Disposicions generals

- Capítol 2. Excavacions a cel obert i demolicions
- Capítol 3. Excavacions subterrànies
- Capítol 4. Mitjans de treball
- Capítol 5. Disposicions finals

En els capítols anomenats hi figuren les directrius que l'empresa constructora ha de seguir pel correcte compliment de la llei en matèria de seguretat i salut a l'obra.

A més, aquest estudi realitzat també inclou els riscos associats a cada activitat així com les mesures de prevenció que s'adoptaran. En l'annex 14 sobre l'estudi de seguretat i salut es detalla de manera extensa tota la informació.

9. Programa d'execució de l'obra

Per tal de planificar l'obra s'ha utilitzat el mètode PERT. Aquest mètode permet obtenir la informació necessària per a conèixer el progrés de l'execució del projecte, determinar el menor temps possible d'execució i identificar els problemes potencials del projecte. Per això, primerament s'han definit les activitats que es duran a terme per tal d'executar el projecte, que són les mostrades a la Taula 10.

Taula 10. Activitats i designació dels seus precedents

Succés	Nombre	Activitat	Activitat precedent	Durada (dies)
1-2	A	Moviment de terres	-	6
2-3	B	Fonamentació	A	22
3-4	C	Sanejament	B	4
4-5	D	Estructura	C	16
5-6	E	Coberta	C	4
6-7	F	Paviments	D,E	9
7-8	G	Tancaments	F	21
8-9	H	Fusteria i vidraria	G	5
9-10	I	Pintura	H	16
10-11	J	Instal·lació d'aigua	I	11
11-12	K	Instal·lació elèctrica	I	14
12-13	L	Maquinària	J,K	7
13-14	M	Instal·lació del procés	L	13
14-15	N	Instal·lació d'aire calent	M	6
15-16	O	Instal·lació conta incendis	N	8
16-17	P	Acabats	O	3

Font: elaboració pròpia

Sabent aquestes dades i havent realitzat el diagrama PERT, calculat els temps *early*, *last* i les folgances, que figuren a l'annex 15 sobre el programa d'execució de l'obra, es determina que el temps mínim d'execució del projecte és de 150 dies, essent el camí crític el format per les següents activitats A-B-C-D-F-G-H-I-K-L-M-N-O-P.

En l'annex 15 sobre el programa d'execució de l'obra es detalla la metodologia i càlculs emprats per a realitzar l'execució de l'obra.

10. Pressupost

El cost total d'aquest projecte, així com el cost de cada partida es mostren a la Taula 11.

Tabla 11. Pressupost del projecte

CAPÍTOL	***IMPORT***
1. MOVIMENT DE TERRES	26.966,82 €
2. FONAMENTACIÓ	19.534,21 €
3. SANEJAMENT	7.353,12 €
4.ESTRUCTURA	149.834,26 €
5. COBERTA	56.246,90 €
6. PAVIMENTS	177.975,90 €
7. TANCAMENTS	67.952,74 €
8. FUSTERIA I VIDRERIA	38.589,38 €
9. PINTURA I ACABATS	12.676,64 €
10. INSTAL·LACIÓ D'AIGUA	13.221,62 €
11. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	52.376,10 €
12. INSTAL·LACIÓ D'AIRE CALENT	22.769,44 €
13. INSTAL·LACIÓ DEL PROCÉS	5.345,64 €
14. INSTAL·LACIÓ CONTA INCENDIS	7.655,97 €
15. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT	9.877,48 €
TOTAL EXECUCIÓ MATERIAL	***668.376,22 €***
DESPESES GENERALS (13%)	86.888,91 €
BENEFICI INDUSTRIAL (6%)	40.102,57 €
16. MAQUINÀRIA	825.051,65 €
17. MOBILIARI	14.663,85 €
SUBTOTAL	***1.635.083,20 €***
IMPOSTO SOBRE O VALOR ACREÇENTADO (17%)	277.964,14 €
TOTAL EXECUCIÓ PER CONTRACTA	***1.913.047,35 €***

El pressupost general ascendeix a l'esmentada quantitat **d'un milió nou-cents trezte mil quaranta-set euros i trenta-cinc cèntims (1.923.047,35 €)**

11. Anàlisi econòmica del projecte

L'anàlisi econòmica del projecte es troba desenvolupada a l'annex 13. En aquest annex es troben descrits els mètodes utilitzats per a realitzar la viabilitat econòmica del present projecte. En la Taula 11 es mostren els ingressos i costos que tindrà l'empresa en 1 any.

11.1. Ingressos, Costos i benefici del projecte

En la Taula 12 es mostren els ingressos, costos i beneficis d'un any.

Tabla 12. Ingressos, costos i benefici en un exercici econòmic

Ingressos (€)	***Costos (€)***	***Benefici (€)***
843.974,00	654.422,76	189.551,24

Font: elaboració pròpia

11.2. Fluxos de caixa

La vida útil del present projecte es considera de 20 anys i les taxes d'actualització considerades són del 3% i de 5%. Per entendre els moviments de caixa que figuren a la Taula 12 s'explicarà què són els pagaments i cobraments ordinaris i extraordinaris. Els pagaments extraordinaris fan referència a la quota anual que es retorna pel préstec del banc. Aquesta quantitat és de 130.237,60 €. A més, es considera que al cap de 15 anys s'haurà de pagar una quantitat de 100.000 € per a la millora de les edificacions, les instal·lacions i de la maquinària.

De la mateixa manera, els cobraments es divideixen entre el ordinaris i els extraordinaris. Els primers fan referència a la venda del midó i la fibra. Aquesta quantitat ascendeix a la xifra de 843.974 €. Els segons cobraments fan referència al valor residual de l'immobilitzat al cap de 15 anys, que correspon a la xifra de 315.871,28 €.

Pel que fa als pagaments ordinaris, fan referència al cost variable, que és de 475.309,97 €. En la Taula 13 es mostren els fluxos de caixa.

Tabla 13. Fluxos de caixa

Any	Inversió (€)	Cobraments ordinaris (€)	Cobraments extraordinaris (€)	Pagaments ordinaris (€)	Pagaments extraordinaris (€)	Fluxos de Caixa (€)
0	1.913.047,35	0	0	0	0	-1.913.047,35
1	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
2	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
3	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
4	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
5	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
6	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
7	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
8	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
9	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
10	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
11	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
12	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
13	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
14	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
15	0	843.974,00	315.871,28	475.309,97	230.237,6	138.426,43
16	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
17	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
18	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
19	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43
20	0	843.974,00	0	475.309,97	130.237,6	238.426,43

Font: elaboració pròpia

En la Taula 14. es mostren els fluxos de caixa acumulats, per una i=3% i una i=5%, Així com la recuperació de la inversió.

Tabla 14. Fluxos de caixa acumulats, per una i=3% i una i=5%, així com la recuperació de la inversió

Any	***FC (i=3%)***	***FC (i=3%) acumulat***	***FC (i=5%)***	***FC (i=5%) acumulat***
0	-1.913.047,35		-1.913.047,35	
1	231.481,97	231.481,97	227.072,79	227.072,79
2	224.739,78	456.221,75	216.259,80	443.332,59
3	218.193,96	674.415,71	205.961,71	649.294,31
4	211.838,79	886.254,50	196.154,01	845.448,32
5	205.668,73	1.091.923,24	186.813,35	1.032.261,67
6	199.678,38	1.291.601,62	177.917,47	1.210.179,14
7	193.862,51	1.485.464,12	169.445,21	1.379.624,35
8	188.216,03	1.673.680,15	161.376,39	1.541.000,74
9	182.734,01	1.856.414,15	153.691,80	1.694.692,55
10	177.411,66	2.033.825,81	146.373,15	1.841.065,69
11	172.244,33	2.206.070,14	139.403,00	1.980.468,69
12	167.227,50	2.373.297,64	132.764,76	2.113.233,45
13	162.356,80	2.535.654,43	126.442,63	2.239.676,07
14	157.627,96	2.693.282,39	120.421,55	2.360.097,62
15	153.036,85	2.846.319,24	114.687,19	2.474.784,81
16	86.262,77	2.932.582,02	63.414,74	2.538.199,55
17	144.251,91	3.076.833,93	104.024,66	2.642.224,21
18	140.050,40	3.216.884,33	99.071,11	2.741.295,32
19	135.971,26	3.352.855,59	94.353,43	2.835.648,76
20	132.010,93	3.484.866,52	89.860,41	2.925.509,17

Font: elaboració pròpia

11.3. Ràtios econòmiques

Inversió actualitzada:

Las inversió actualitzada en el cas del present projecte és de 1.913.047,35 €. Aquest valor és el mateix que el total del pressupost, ja que només hi ha un únic cobrament l'any zero.

Valor actual (VA):

El VA per a una taxa d'actualització del 3% i 5% és de 3.484.866,52 € i 2.925.509,17 €.

Valor actual net (VAN):

El VAN per a una taxa d'actualització del 3% i 5% és de 1.571.819,17 € i 1.012.461,82 €.

Valor actual net/inversió (VAN/K):

Aquesta expressió mesura les unitats monetàries de guany per a cada unitat monetària invertida.

$$i = 3\% \,;\, \frac{VAN}{K} = \frac{1.571.819{,}17}{1.913.047{,}35} = 0{,}82$$

$$i = 5\% \,;\, \frac{VAN}{K} = \frac{1.012.461{,}82}{1.913.047{,}35} = 0{,}53$$

Taxa interna de retorn (TIR):

La TIR es correspon al valor de tipus d'interès que fa que el VAN sigui 0 €. En el cas del present projecte, la TIR obtinguda és de l'11%.

Pay back:

Són els anys que passen fins que no es recupera la inversió feta. En el cas de la taxa d'actualització del 3% i 5% els períodes de retorn són de 10 i 11 anys respectivament (Taula 12).

13.4. Conclusions

En primer lloc el projecte és viable ja que el VAN és major que 0. Altrament el guany per unitat de producte venut és de 0,82 i 0,53 per a unes taxes d'actualització del 3% i 5% respectivament, que tot i ser baixes indiquen també la viabilitat d'aquest projecte. Pel que fa al període de retorn de la inversió, aquest és més aviat elevat, el que indica que el projecte seria només viable per uns inversors que no tinguessin urgència en el retorn de la quantitat gastada en el projecte.

De totes maneres, els beneficis van lligats a la fixació del preu del midó, els quals, fins i tot, es podrien pujar lleugerament per a obtenir un retorn més precoç de la inversió. No obstant això, es prefereix tenir un preu relativament baix i gaudir d'una millor sortida del producte.

Girona, juny de 2016

L'estudiant del Grau en Enginyeria Agroalimentària,

Roger Riuró Puigvert