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: Annexos

Alumne: Roger Riuró Puigvert

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

Convocatòria (mes/any): 06/2016

ÍNDEX

ANNEX I. – ESTUDI DE MERCAT 3
ANNEX II. – ENGINYERIA DEL PROCÉS 23
ANNEX III –ESTUDI D'ALTERNATIVES 36
ANNEX IV. – DIMENSIONAMENT DE LA MAQUINÀRIA I DE LES INSTAL·LACIONS 53
ANNEX V. – PROGRAMA PRODUCTIU 78
ANNEX VI. – DISTRIBUCIÓ EN PLANTA DE LA INDÚSTRIA 86
ANNEX VII. – OBRA CIVIL 90
ANNEX XIII. – DIMENSIONAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA 126
ANNEX IX – DIMENSIONAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ CONTRA INCENDIS 148
ANNEX X. – DIMENSIONAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ HIDRÀULICA 159
ANNEX XI. – DIMENSIONAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ D'AIRE CALENT 175
ANNEX XII. – JUSTIFICACIÓ DE PREUS 182
ANNEX XIII. – ANÀLISI ECONÒMICA DEL PROJECTE 237
ANNEX XIV. – ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT 250
ANNEX XV. – PROGRAMA D'EXECUCIÓ DE L'OBRA 263
ANNEX XVI. – ESTUDI D'IMPACTE AMBIENTAL 270
ANNEX XVII. – FONTS CONSULTADES 276

ANNEX I. – ESTUDI DE MERCAT

1.1. Introducció

La iuca és una espècie vegetal d'arrels amilàcies, originària de l'Amèrica tropical, que per les seves característiques només es cultiva en els tròpics. També coneguda com a mandioca o casava. En l'actualitat però es pot trobar en les zones tropicals de prop de 90 països d'Amèrica, Àsia i Àfrica (Penner, 2008).

La iuca és important per ser un producte de consum popular i una font barata d'energia bàsica, que aporta 124 kcal/100g, la seva arrel és rica en potassi, calci i vitamina C posseeix nivells acceptables d'altres minerals i de vitamina B. Entre els cultius tropicals, suposa el quart lloc com a font de calories essent bàsica en l'alimentació humana, animal i per usos industrials. Es produeix en sòls agrícoles marginals, essent una planta perenne i llenyosa, gran productora de carbohidrats, tolerant a les plagues, malalties i sequera (Penner, 2008).

Tot i que prospera en sòls fèrtils, l'avantatge de la iuca en comparació amb altres cultius més rendibles és la seva capacitat de créixer en sòls àcids, d'escassa fertilitat, amb precipitacions esporàdiques o llargs períodes de sequera. No obstant això no tolera bassals ni condicions salines en sòls. És un cultiu d'àmplia adaptació ja que es pot sembrar des del nivell del mar fins a uns 800 metres d'alçada, a temperatures d'entre 20 i 30 ºC amb una temperatura òptima de 24 ºC i precipitacions anuals de 600 a 3000 mm, amb valors òptims de 1000 mm (Howeler,2013)

En la Figura 1.1 es mostra el detall d'un tall transversal de una arrel de iuca, amb les seves diferents parts:

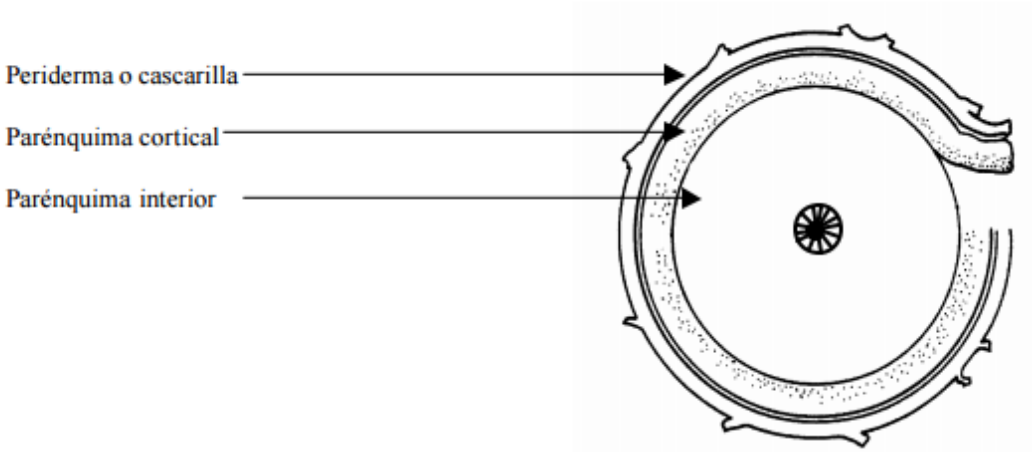


Figura 1.1. Tall transversal de l'arrel de iuca. Font: Alarcón. 1998

Encara que és un dels cultius alimentaris més importants de les zones tropicals (millora l'alimentació i l'ingrés de diners d'unes 500 milions de persones al món), la iuca és cultivada principalment en ambients marginals per agricultors de baixos ingressos, fet per el qual és considerat com un cultiu de subsistència de baixa categoria. Malgrat el seu enorme potencial

productiu, la seva destacable adaptació a una gran diversitat d'ambients, tolerància a factors biòtics i abiòtics adversos a la producció, la iuca no ha aconseguit desenvolupar tot el seu potencial en l'agricultura tropical. No obstant això, cada vegada més està donant passos de gegant per a posicionar-se com un dels cultius amb més rendibilitat i amb més oportunitats de negocis.

L'ampli mercat, al qual la indústria de la iuca s'enfronta l'actualitat genera noves expectatives per a l'explotació de la mateixa com a matèria prima de molts productes que són d'àmplia utilitat en la societat actual (FAO, 2012)

1.2. Producció i consum mundial de iuca

La producció de la iuca (Taula 1.1, Figura 1.2) sempre s'ha concentrat en el continent africà, tot i que aquest no és la zona d'origen d'aquest tubercle. En altres continents com Àsia la seva producció total ha experimentat un gran augment. En canvi a Amèrica del Sud fa anys que s'ha estancat i la producció d'Oceania és insignificant (FAO,2000)

Les diferents evolucions de les produccions continentals al llarg del temps poden ser causades per motius diversos. Per un cantó, l'augment productiu de l'Àfrica només s'explica per l'augment de la població, tendència que tindrà continuïtat les pròximes dècades. Els descensos d'Amèrica Llatina i Oceania són causats pel descens del consum mentre que el creixement asiàtic és degut a l'augment de la demanda del mercat europeu.

De la figura 1.2 s'extreu la gran capacitat productiva del continent africà, concentrant-se aquesta en la franja equatorial. Cal destacar també el volum productiu del sud-est asiàtic i en d'algunes zones del Brasil.

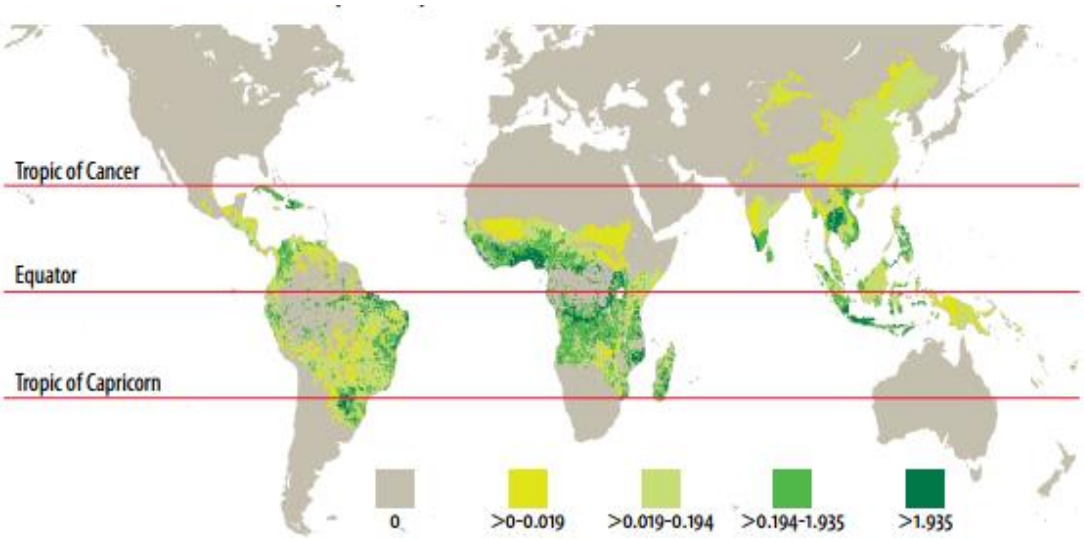


Figura 1.2 Producció mundial de iuca (ha/km^2). Font: Monfreda 2008

Això indica que les perspectives de mercat intern a Àfrica són bones i tenen un gran potencial, al contrari del que pot passar en altres continents. Es pot afirmar que aquest cultiu te un paper fonamental en la vida quotidiana de moltes famílies i com a mitjà de subsistència.

Taula 1.1 Producció de iuca en milions de tones

Regió	***1980***	***1990***	***2000***	***2011***
Àfrica	48,84	70,26	95,34	140,97
Àsia	45,94	49,79	49,46	76,68
Amèrica del Sud	29,70	32,21	31,30	34,36
Total	**124,48**	**152,26**	**176,10**	**252,01**

Font: FAO 2013

Pel que fa a la superfície cultivada (Taula 1.2), les dades segueixen el mateix patró, és a dir, Àfrica encapçala el rànquing seguit d'Àsia i Amèrica del Sud. Àfrica va experimentar un tímid augment de la superfície de iuca en els períodes 1980-1990, però un major creixement va ser impedit per les greus sequeres que van assolar Àfrica a principis dels anys 1980. Pel que fa a l'evolució de la superfície cultivada de iuca a Àsia i a Amèrica de Sud, aquesta es va mantenir pràcticament estable.

Taula 1.2 Ocupació en milions d'hectàrees de cultiu de Iuca

Regió	***1980***	***1990***	***2000***	***2011***
Àfrica	7,05	8,59	11,01	13,05
Àsia	3,89	3,85	3,40	3,91
Amèrica del Sud	2,65	2,75	2,54	2,67
Total	**13,59**	**15,19**	**16,95**	**19,63**

Font: FAO 2013

De la Taula 1.3 es desprèn un fet molt rellevant, que el consum de la iuca es concentra bàsicament en els països en vies de desenvolupament, que són els que principalment la produeixen. Per tant el mercat intern d'aquest producte té un gran potencial.

El consum s'ha vist incrementat notablement a Àfrica, degut principalment l'augment substancial de població. D'altra banda, a Àsia el consum va patir un retrocés significatiu entre 1980 i 1990 i a Amèrica del Sud ha anat experimentant en tímid augment.

Taula 1.3 Consum de la Iuca en milions de tones per continents

Regió	***1980***	***1990***	***2000***	***2011***
Àfrica	24,86	35,38	49,63	60,21
Àsia	19,47	16,98	19,53	27,53
Amèrica del Sud	11,01	11,51	12,11	13,64
Total	**55,34**	**63,87**	**81,27**	**101,38**

Font: FAO 2013

Els majors productors de iuca s'ubiquen a Àfrica, essent Nigèria, Ghana, Moçambic i la República Democràtica del Congo els principals productors (Taula1.4). L'evolució en la última dècada de

Nigèria, el principal productor mundial, ha estat molt gran, ja que aquest país disposa de unes condicions climàtiques molt bones per aquest cultiu, a més de tenir una demanda interna força gran. Altres països com Ghana o Moçambic lluiten per ser uns dels principals productors d'aquest mercat a nivell continental.

També cal mencionar la capacitat productiva a Àsia, amb països com Xina, Indonèsia o Tailàndia al capdavant de la llista. Les evolucions han estat diferents en aquests països: per una banda la Xina i Indonèsia han augmentat molt poc la seva producció en l'última dècada, en canvi Tailàndia ha experimentat un fort augment.

Pel que fa al continent originari d'aquest tubercle, hi ha Brasil com a màxim productor, essent també uns dels majors productors mundials. També cal destacar països com Colòmbia o Paraguai que produeixen una quantitat considerable de iuca.

Taula 1.4 Producció dels principals països en milions de tones

País	***2000***	***2010***	***2012***
Ghana	8,10	13,50	14,54
Madagascar	2,46	3,00	3,62
Moçambic	5,36	9,73	10,05
Nigèria	32,01	42,53	54,00
Tanzania	1,23	1,85	2,12
Uganda	4,96	5,28	4,92
R.D. Congo	15,95	15,01	16,00
Xina	3,80	4,55	4,56
Filipines	1,34	2,01	2,04
India	6,01	8,05	8,74
Indonesia	16,08	23,91	24,17
Tailàndia	19,06	22,00	23,84
Vietnam	6,31	8,59	9,74
Brasil	23,33	24,96	24,61
Colòmbia	1,79	2,08	2,25
Paraguay	2,71	2,62	1,68

Font: FAO 2013

Com es pot observar en la Figura 1.3, Moçambic és un dels principals productors d'Àfrica, per la qual cosa la FAO i altres organismes estan estudiant fer programes de desenvolupament agrari de la iuca, enfocats a la seguretat alimentària i la reducció de la pobresa. Diferents dades indiquen que la producció mundial de iuca estan en continu creixement, fins arribar a les 276 milions de tones l'any 2013. Els principals productors són Nigèria (54 milions de tones), Brasil (24 milions de tones) i Indonèsia (24 milions de tones). Moçambic ha produït 10 milions de tones. Com és en el cas dels països africans, el consum de iuca es realitza sense processat industrial. En canvi, països com Brasil estan molt més avançats en aquest aspecte, ja que tenen polítiques de desenvolupament agrícola i una estructura industrial més forta (FAO, 2013)

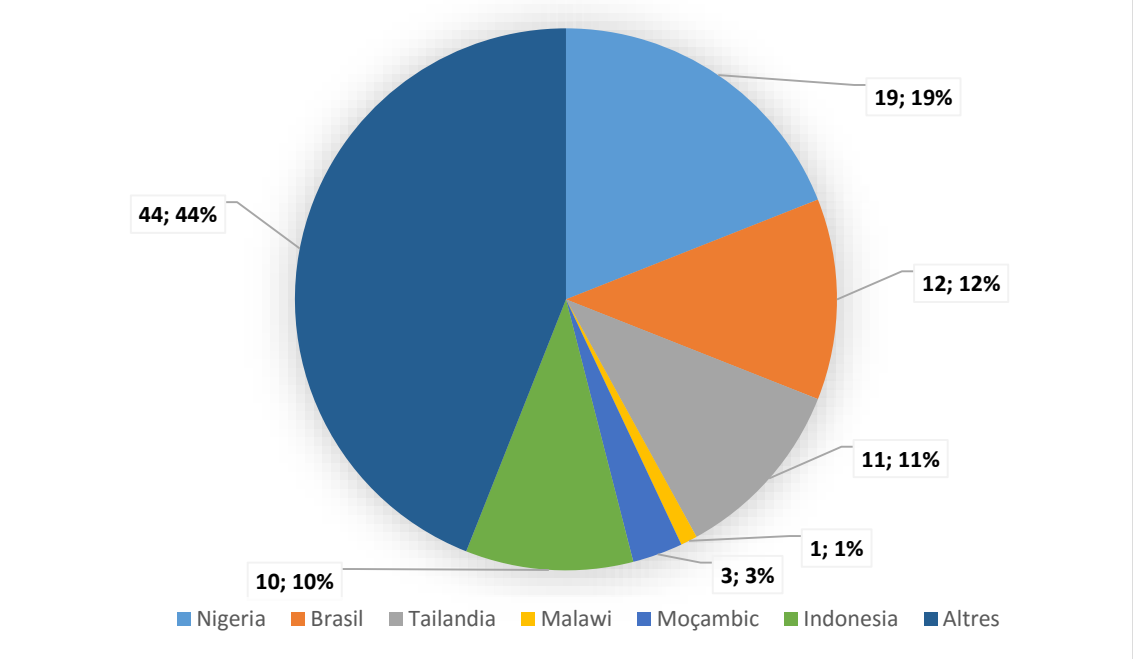


Figura 1.3. Països amb major producció mundial de iuca, 2012. Font: FAO 2012

1.3. Producció agrícola a Moçambic

A Àfrica l'agricultura té un paper molt important en l'economia de la majoria de països. Actualment a Moçambic l'agricultura dóna feina a més del 80% de la població. Des de l'acabament de la guerra civil de Moçambic el 1992, l'augment de la producció agrària ha esdevingut el principal factor per a la reducció de la pobresa en aquest país. Per tant el sector primari pot ser una peça important per al desenvolupament social i econòmic del país en el futur.

Tot hi això, la producció agrícola a Moçambic segueix essent baixa si es compara amb altres països. Aquest fet és degut a varis factors tals com la distribució irregular de les pluges, el baix ús de les noves tecnologies, el precari estat de les comunicacions entre el nord i el sud del país i la poca inversió en agricultura (Cunguara, 2011).

Com es pot observar en la Taula 1.5, el pes de l'agricultura és amb diferència el més important quant a llocs de treball, deixant una part ínfima a la resta de sectors. Cal destacar també que molt suaument però de manera constant ha anat baixant el nombre de treballadors de l'agricultura.

Taula 1.5 Percentatge de les persones que treballen en cada sector a Moçambic

Activitat	***1990-95***	***1996-00***	***2001-05***	***2006-07***
Agricultura	81,5	80,8	79,9	76,1
Minerals	0,9	0,6	0,5	0,6
Manufactura	3,8	3,4	3,2	3,2
Energia	0,1	0,1	0,2	0,2
Construcció	1,4	2	2,2	2,5
Comerç	4,2	6,5	7,7	7,6
Transports	1,2	0,5	0,9	1,1
Altres	6,8	6,1	5,5	7,4

Font: Michigan State University, International Food Policy Research Institute, 2008

Moçambic és un país on es produeixen una gran varietat de cultius. Tot i això les produccions estan molt lluny d'arribar a les quantitats que generen altres països, els motius dels quals han estat esmentats anteriorment. A més moltes produccions s'han vist minvades ja que les produccions en molts casos han patit descensos al llarg dels anys degut en part a èpoques de sequera, inundacions i altres fenòmens climatològics adversos.

Com es pot observar a la Taula 1.6, la distribució dels cultius és força desigual. El cultiu majoritari el 2008 va ser la iuca, seguida a molta distància pel blat. La resta de cultius van representar una part força petita en relació el total de la producció agrícola. Cal remarcar també que els cultius que apareixen a la Taula 1.6 són quasi en la seva totalitat de subsistència, cosa que demostra que són produïts per petites explotacions de camperols per a l'auto abastament familiar.

Taula 1.6 Evolució dels principals cultius produïts a Moçambic en milers de tones

Cultiu	***1996***	***2002***	***2003***	***2005***	***2006***	***2007***	***2008***
Blat	920	1156	1145	946	1469	1133	1214
Arròs	115	92	113	65	103	105	88
Sorgo	215	134	170	114	210	170	126
Mill	31	12	21	15	23	25	15
Cacauet gran	125	38	79	27	26	32	31
cacauet petit	-	61	-	58	63	70	71
Fesol comú	19	41	42	51	52	55	52
Fesol caupí	111	53	58	49	76	63	62
Fesol Jou	64	21	20	9	12	20	13
Fesol Boer	-	34	41	37	65	72	64
Iuca	366	3511	5685	4224	5690	-	4040
Patata	10	459	853	510	704	-	566

Font: Instituto Nacional de Estadistica de Moçambique, 2009

1.4. La producció de iuca a Moçambic

Com s'ha vist, el cultiu que més es produeix a Moçambic és, amb molta diferència, la iuca. La major part d'aquesta producció està situada a les províncies del nord, conformades per Cabo Delgado, Nampula, Zambezia i d'alguna província del sud com Inhambane (Wandscheinder,2003).

La gran quota de producció que acapara la iuca a Moçambic s'explica per diferents motius. El principal són les condicions agroecològiques favorables per la iuca de que disposa el país, ja que la iuca té una gran capacitat de resistència tant a èpoques seques com a èpoques de pluja. També cal destacar que la iuca és un tubercle molt consumit a Moçambic i per tant hi ha mercat intern tant de iuca com dels seus derivats (Steenkamp., 2014).

El gran consum s'explica perquè la iuca suposa una gran font d'energia (tenen un alt valor en carbohidrats), i per tant, és un aliment indispensable i que cobra una gran importància en els països subsaharians.

D'altra banda, la iuca és un cultiu fàcil de cultivar ja que, no es necessiten coneixements tècnics per obtenir una producció rendible i creix en diversos tipus de sòl. A més de tot això, la iuca pot ser guardada a sota el sòl per un període de 2 anys, essent aprofitades les arrels només quan sigui necessari.

Les tres províncies amb major producció de iuca són Nampula (29,27%), Zambezia (26,76%) i Inhambane (8,80%) (Figura 1.4). Al voltant del 50% de les famílies que habiten en la zona nord del país tenen iuca com a aliment bàsic de alimentació diària i el 96,9% dels cultius són propietat de petit productors, on la superfície mitjana de cultiu és 1,5 ha (Steenkamp., 2014).

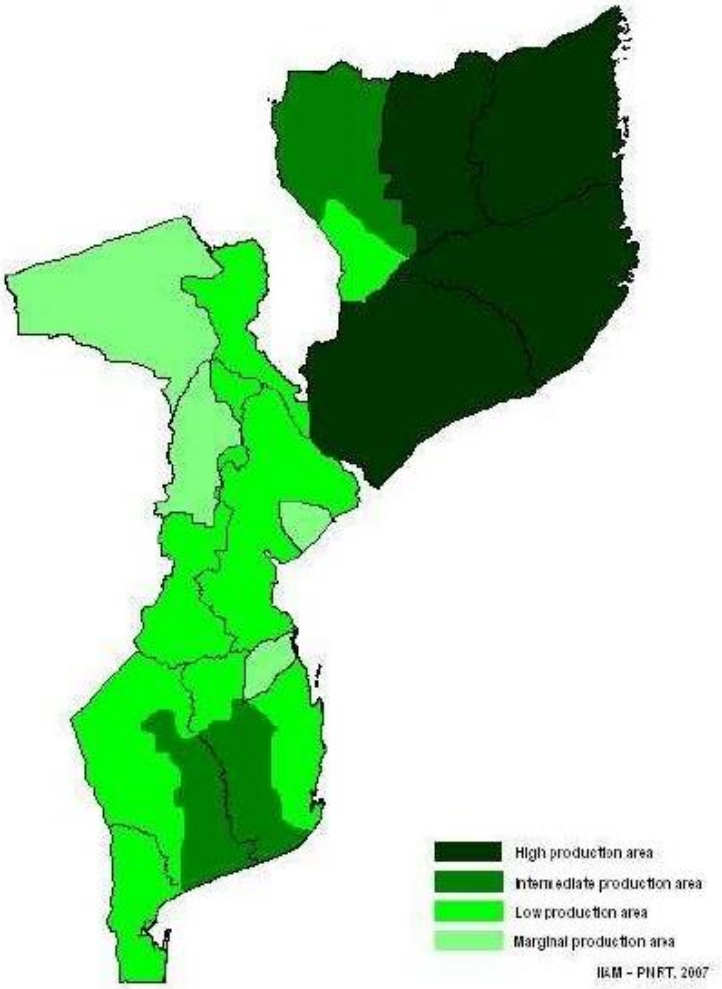


Figura 1.4. Zones de producció de iuca a Moçambic. Font: IIAM/PNRT (2007)

En la Taula 1.7 es mostra la producció de iuca per províncies. Com s'ha vist en la Figura 1.4, es troben dues zones ben diferenciades a Moçambic. Per una banda hi ha la zona nord, on es cultiva la major part de iuca i que conformen les províncies de Cabo Delgado (812.000 tones), Zambezia (1.460.000 tones), Nampula (2.452.000 tones). Això és degut en part per les bones condicions climàtiques que gaudeix la zona nord, amb un règim pluviomètric molt bo i unes temperatures mitjanes anuals força altes que possibiliten uns rendiments en els cultius força alts (Wandscheinder,2003).

En la situació contrària les províncies del sud de Moçambic que tenen unes produccions més discretes, com Maputo (17.000 tones), Gaza (143.000 tones), Inhambane (296.000 tones). No obstant això, a vegades pot resultar més interessant ubicar indústries de processat de iuca al sud, ja que les províncies del nord queden apartades a conseqüència de les males infraestructures del país que deixen Moçambic partit en 2.

Taula 1.7 Producció de iuca en milers de tones en les diferents províncies de Moçambic

Província	***1995-1997***	***1999-2000***	***% respecte total***
Nampula	2509	2452	51,1
Zambezia	1330	1460	37,2
Cabo Delgado	721	812	36,8
Inhambane	322	296	18,5
Gaza	382	143	13,3
Niassa	133	127	9,2
Sofala	63	44	5,5
Maputo	22	17	5,6
Tete	6	6,3	0,6
Manica	4	4,9	0,5
Total	**5492**	**5362**	**-**

Font: Sistema Nacional de Aviso Prèvio 2000

1.5. Els derivats de la iuca

La iuca és considerat un dels cultius amb més potencial quant a productes derivats que es poden comercialitzar. Un dels avantatges que té la iuca respecte a altres matèries primes és que no disposa de gluten de forma natural, per la qual cosa els seus derivats poden ser consumits sense cap mena de problema pels celíacs. El gluten es concentra bàsicament en el blat, avena, civada o qualsevol altre aliment que contingui aquests cereals (de Silva Chicherchio, 2013)

A continuació, s'indicaran les característiques dels principals derivats de la iuca

1.Farina de iuca: aquest derivat té varis usos a nivell de la indústria alimentària en general com bé poden ser per a l'alimentació animal, alimentació humana (consum directe o com a additiu)

2.Midó de iuca: el midó és un dels principals components de la iuca i d'altres tubercles i es troba de manera naturals en forma de grànuls. És molt utilitzat en la indústria alimentària com a coadjuvant de emulsionants, espessidor i agent texturitzant. També s'utilitza en aliments per a nens, en l'obtenció de sopa de glucosa i en tots els tipus de midons modificats (Diaz, 1992)

El midó és un homopolisacàrid constituït per unitats de D-glucosa que forma el enllaç glicosídic mitjançant enllaços. El midó es troba en dues formes: amilosa i amilopectina. L'amilosa se caracteritza perquè te cadenes llargues, no ramificades i en general te una estructura helicoïdal. L'amilosa no és soluble en aigua, per la qual cosa en aplicacions industrials solen utilitzar-se preparacions col·loïdals en aigua (FAO, 2012)

L'amilopectina és un polímer de D-glucosa de cadenes ramificades. Els enllaços glicosídics de cadena principal són de tipus 1-4 però els punts de ramificació són 1-6. L'amilopectina constitueix el 80% de casi tots els midons. És molt viscosa i és fàcilment hidrolitzat per la amilasa.

Les modificacions del midó involucren el tractament del grànul per mètodes físics, químics i bioquímics que causen la ruptura d'algunes o totes les molècules, la qual cosa permet al midó

augmentar o disminuir les seves propietats com la consistència, poder aglutinant, estabilitat o canvis de pH o temperatura.

En el cas del midó natiu, és el que segueix el procés de producció del midó sense passar per una fermentació. En el cas del midó agre, segueix el mateix procés productiu que el mido natiu, però te una etapa de fermentació prèvia l'assecatge.

En la Figura 1.4 s'observa la composició química del midó:

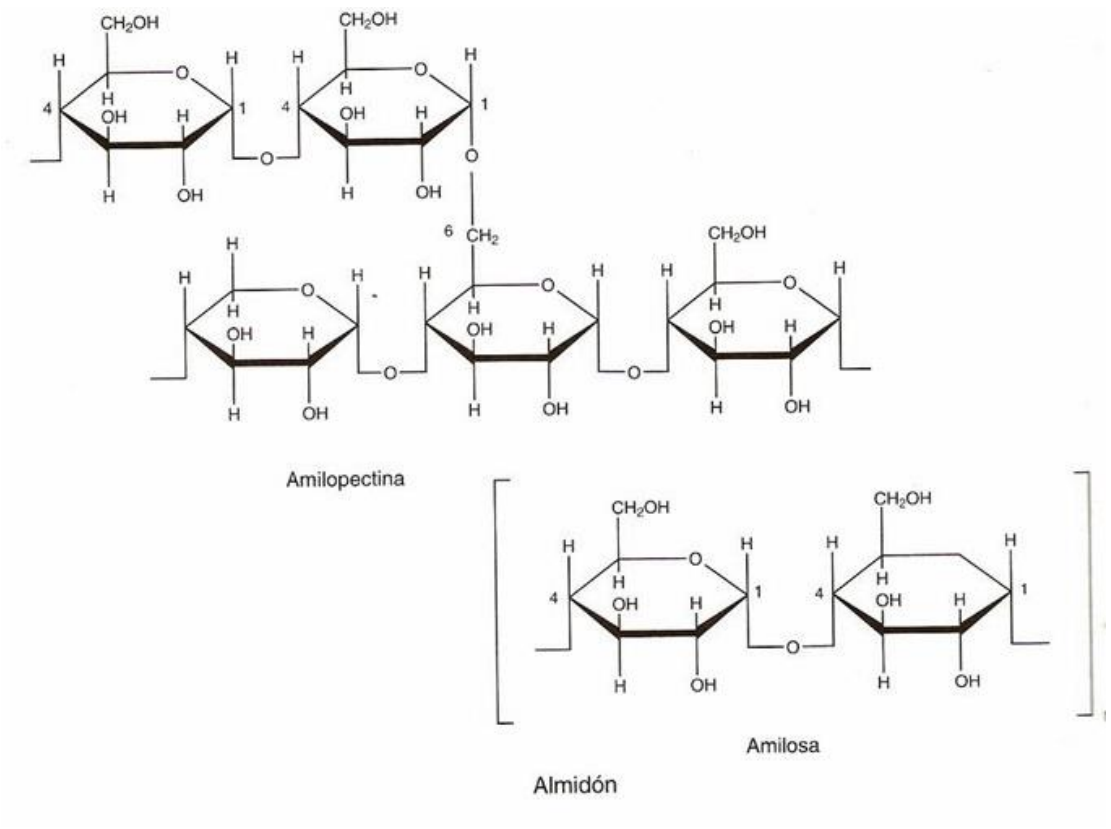


Figura 1.5 Estructura química del midó Font: Méndez 2012

Hi ha moltes avantatges en la producció de midó a partir de la iuca (Figura 1.6). La iuca ofereix una font relativament barata de matèria primera que conté una alta concentració de midó. El midó de iuca també és fàcil d'extreure, que en alguns casos es pot dur a terme a petita escala amb capitals limitats. L'alta puresa de midó que té la iuca és deguda a la baixa concentració de proteïnes i lípids.

Derivats del midó:

Midons modificats: l'ús del midó com a component alimentari es basa en les seves propietats d'interacció amb l'aigua, especialment en la formació de gels. No obstant això el midó per si sol no és útil en aliments elaborats que se sotmeten a processos de mescla, emulsió o congelació (Jaramillo Díaz, 1992). Es presenten problemes d'inestabilitat en aliments àcids o quan aquests han de congelar-se o escalfar-se. Aquests problemes poden eliminar-se o disminuir si el midó és modificat químicament o físicament.

Dextrines: tenen la mateixa fórmula que el midó i es produeixen a partir de la hidròlisis del midó en condicions d'augment de la temperatura i de acidificació. La producció industrial es realitzada generalment per hidròlisi àcida del midó.

Les dextrines tenen un ús extens en la indústria, degut a la falta de toxicitat i del baix preu que tenen. S'utilitzen com a enganxament soluble en aigua, com agents d'espessiment en la transformació d'aliments i com agents aglutinants en productes farmacèutics.

Dextrosa: també coneguda com a glucosa. Aquest sucre simple és el combustible principal per a la funció cel·lular en el cos humà. La dextrosa es troba tant en el teixit animal com en les plantes i s'usa en els aliments, les begudes, la medicina i en els suplements nutricionals. La dextrosa té diverses propietats tals com el seu sabor i dolçor, la seva estabilitat i solubilitat, la seva forma cristal·lina i les altes temperatures que aguanta.

Maltosa: és un disacàrid format per dos glucoses unides per un enllaç glicosídic produït per el primer carboni anomèric d'una glucosa i l'oxigen del quart carboni de l'altra. S'utilitza en la maltosa per a convertir-la en un alcohol que s'anomena maltilol per al seu ús com a edulcorant a granel en pols i en xarop i s'utilitza en molts aliments sense sacarosa i per a diabètics incloent xocolates, gomes, productes de fleca, caramels, gelats i melmelades.

Xarop de midó: a partir del midó es poden extreure una gran quantitat de xarops tals com xarop de midó dextrinitzat, xarop de maltosa, xarop de glucosa o xarop de fructosa. Un concepte molt important alhora de parlar de xarops de midó és el grau de dextrosa equivalent (ED). Aquesta és una forma de mesura del percentatge d'enllaços glicosídics que han sigut hidrolitzats, és a dir, el grau de conversió del midó a glucosa. Per exemple, el midó com a tal tindria un ED de 0, i si fos convertit a glucosa tindria un ED de 100 (Bartholomai,1991)

Els xarops derivats del midó són molt versàtils i tenen una gran capacitat d'aplicacions. S'utilitzen com a espessidors, saboritzants, edulcorants o estabilitzants.

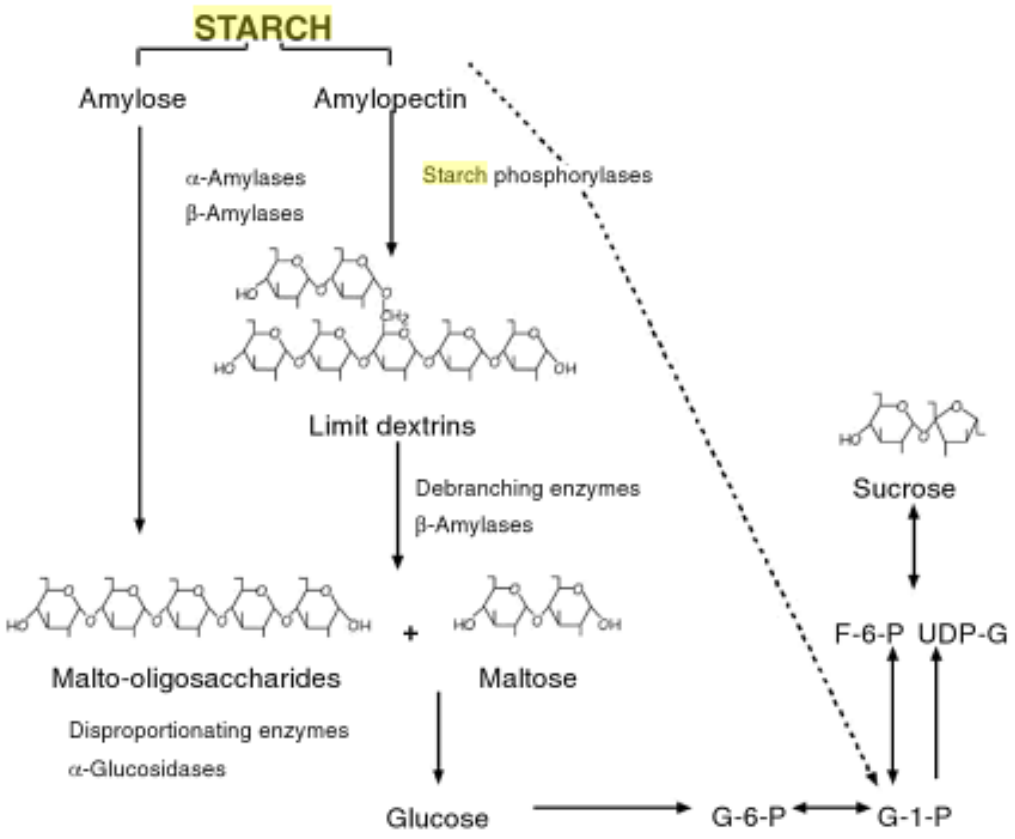


Figura 1.5 Diferents compostos que deriven del midó i els enzims que ajuden a fer les reaccions. Font: Royal Society of Chemistry. 2013

1.6. Usos del midó de iuca

La indústria del midó es caracteritza per ser molt versàtil i les seves oportunitats de venda són moltes i variades. Generalment es poden separar en dos grans grups el destí final del midó: indústries alimentàries i indústries d'altra índoles.

Pel que fa al primer grup, el midó abasteix una gran quantitat de subsectors dins la producció alimentària. Aquests productes poden ser varis: productes de pastisseria, pastes, làctics, carns processades, xocolates, dolços, melmelades, conserves de fruita, begudes sense alcohol, aperitius, menjars per lactants, additius i potenciadors de sabor, entre d'altres.

Dins el segon grup hi ha la indústria farmacèutica, química, tèxtil i del paper. Processen una gran quantitat de productes: cartó, paper, coles, pintures, combustibles, medicaments i cosmètics (Jaramillo Diaz, 1992).

1.7. Mercat mundial del midó

A escala mundial, el mercat mundial de midó movia una quantitat de 48,5 milions de tones produïdes l'any 2000. Aquesta xifra inclou no només els midons naturals, sinó que també inclou els midons modificats i totes les seves variants. Aquestes xifres suposen un moviment de diners d'aproximadament el 15 mil milions d'euros a l'any.

En l'actualitat, els Estats Units són el major productor mundial de midó, albergant el 51% de la producció mundial. En segon lloc es troben els països de la Unió Europea, que produeixen el 17% de la producció mundial.

Per tant, es pot dir que sense comptar els Estats Units ni la Unió Europea, la participació de països tercers en la producció mundial de midó és molt baixa. Això inclou la producció de midons naturals i modificats, així com xarops de glucosa i isoglucosa. En el cas de xarops l'explicació és simple, els països tercers no en poden produir primerament perquè no tenen demanda interna d'aquest producte, i en segon lloc perquè en cas de que l'exportessin, sorgirien problemes ja que al ser un producte líquid i amb molt contingut en aigua elevaria molt el cost de transport.

Les principals rutes de comerç del xarop de glucosa impliquen la presència dels Estats Units. Principalment hi ha 2 fluxos: la que té lloc entre Estats Units i Canada i entre Estats Units i Mèxic. L'altre gran ruta és la Unió Europea amb els països de l'est.

Pel que fa transport del midó natural, el perills associats al deteriorament no són tan elevats, no obstant a vegades pot resultar car el moviment d'aquest producte a països llunyans entre si ja que el valor del producte en relació al preu del transport és força igual.

És interessant dir que la principal matèria primera utilitzada per a la producció de midó a escala mundial és el blat de moro (80%). Per exemple, a la UE la producció de midó derivada d'aquesta matèria prima quasi en 2/3 parts de la producció total. D'altra banda la patata és una matèria prima utilitzada en un 5% de la producció mundial de midó.

En el cas dels Estats Units, la producció de midó es fonamenta en l'ús del blat de moro, deixant les altres matèries primeres en un 1% del total. En canvi, en el cas de la UE, l'origen de la producció de midó és del tot inusual, ja que depenen de 3 matèries primeres: el blat de moro, el blat i la patata.

Fora dels Estats Units i de la UE, hi ha una proporció significativa de midó processat a partir de la iuca. Les regions on s'obté midó a partir de iuca són les de clima tropical i/o subtropical, tals com el sud-est asiàtic, gran part de Sud-Amèrica i Àfrica.

Cal dir també que el mercat del midó esta fortament influenciat per la venda dels subproductes derivats de la producció de midó, tals com les proteïnes o bé la fibra.

Per últim, aquest sector, ha experimentat un augment de la demanda força elevat. La demanda general dels productes derivats del midó va créixer a un ritme del 4,1% durant els anys 2000.

1.8. Situació del mercat del midó a Àfrica

La indústria del midó i de sucres a Àfrica sempre ha tingut un pes important en l'economia dels països africans. Tot hi que les exportacions (Taula 1.8) fan referència a industries poc desenvolupades, aquestes tenen un gran recorregut per fer i el seu potencial és del tot inqüestionable.

S'observa l'exemple de Sud-àfrica, que disposa d'un nivell d'industrialització força més elevat que els països veïns. Per això el seu volum productiu és força major. Altres països com Ghana, Nigèria, Zimbabwe i Senegal tenen unes produccions molt més petites i alhora irregulars. La discontinuïtat en les produccions d'aquests països també són causades per la poca tecnificació en les explotacions que conreen la iuca.

Taula 1.8 Exportacions de midó de varis països africans en tones

País	***2011***	***2012***	***2013***	***2014***
Sud-àfrica	34.900	20.446	28.412	29.563
Zimbabwe	0,6	-	6,3	-
Zàmbia	12.897	177	776	30,62
Ghana	247	236	298	-
Nigèria	503	33	5055	39
Senegal	616	74	146	226

Font: United Nations Commodity Trade Statistics Database 2014

En el cas de les importacions (Taula 1.9), s'observa que les xifres són molt majors en la majoria de països analitzats. Només Sud-àfrica manté unes xifres similars en comparació amb les exportacions. Tot i això el nivell de producció és major i la producció sobrant s'exporta. Nigèria, Senegal, Ghana i Zimbabwe no poden fer front a la demanda de midó i el que falta s'ha d'importar. Les diferències entre les exportacions i importacions en aquests països són molt grans.

Tabla 1.9 importacions de midó de varis països africans en tones

País	***2011***	***2012***	***2013***	***2014***
Sudàfrica	19.780	24.205	21.350	26.472
Zimbaue	4.249	2.887	2.961	4.187
Zàmbia	357	523	858	1.690
Ghana	1.333	1.771	1.761	2.585
Nigèria	29.946	24.460	33.528	44.633
Senegal	6.654	7.293	9.191	14.317

Font: United Nations Commodity Trade Statistics Database 2014

Segons la FAO (2013) hi ha un creixement actiu en la demanda de midó, i la demanda mundial d'aquest producte augmentarà amb unes taxes anuals del 3,1%, i unes taxes regionals del 4,2% a Àsia, 3,4% a Amèrica i 2,3% a Àfrica.

Els països eminentment importadors són els que solen tenir un major potencial per a la implantació de indústries processadores de midó. Aquest és un dels casos de Moçambic, que té una forta demanda, però per contra no pot auto abastir-se per la qual cosa ho ha de comprar a altres països.

En altres països, s'ha produït una suplementació de les exportacions per la producció local. En molts casos s'han solucionat problemes com els d'acceptació de producte estranger o els costos de transport de les importacions (FAO, 2013)

1.9. Situació del midó a Moçambic

Si s'agafa el cas particular de Moçambic (Taula 1.10), es troba igual que quasi amb qualsevol altre producte que hi ha, un saldo positiu entre importació i exportació. És a dir, la producció moçambiquesa no arriba a cobrir la demanda interna, per la qual cosa és necessari importar productes, en aquest cas dextrines i altres derivats (Taula 1.10) i midó (Taula 1.11) per a satisfer la demanda del mercat interior.

Taula 1.10 Balanç comercial de dextrines i altres derivats entre Moçambic i altres països

Any	Tipus	País	País	Valor ($)	Pes (kg)
2014	Importació	Moçambic	Món	59790	26.771
2014	Exportació	Moçambic	Món	3080	777
2013	Importació	Moçambic	Món	56789	23.481
2013	Exportació	Moçambic	Món	2	10

Font: United Nations Commodity Trade Statistics Database 2014

Taula 1.11 Balanç comercial de midó entre Moçambic i altres països

Any	Tipus	País	País	Valor ($)	Pes (kg)
2014	Importació	Moçambic	Món	252490	336.620
2014	Exportació	Moçambic	Món	20	42

Font: United Nations Commodity Trade Statistics Database 2014

Les dades de les Taules 1.10 i 1.11 indiquen que possiblement hi ha un dèficit de industries d'aquest sector, la qual cosa és senyal de que hi ha un nínxol de mercat. Cal dir que aquest dèficit es veu afectat per quasi tots els sectors agroalimentaris.

1.10. Mapa empresarial de Moçambic

Com es pot observar a la Figura 1.6, el pes de la indústria alimentària al PIB de Moçambic és molt alt. Això és degut al seu gran potencial agrícola, fet que fa més fàcil la implantació d'indústries transformadores d'aliments. La indústria alimentària és una de les més diversificades

i els seus productes (com sucs de fruites, farina de blat, masses, llet condensada, dolços i caramels, olis i greixos...) augmenten la seva producció al llarg dels anys.

La indústria de les begudes també té un pes significatiu en el PIB, tot i que s'ha mantingut força més irregular. Els subsectors de importància millor són el de les cerveses i begudes refrigerades.

Si bé hi ha altres indústries importants com poden ser la química o la dels minerals, es pot dir que Moçambic ofereix una oferta atractiva pel que fa a l'obertura d'empreses alimentàries (Sutton, 2014)

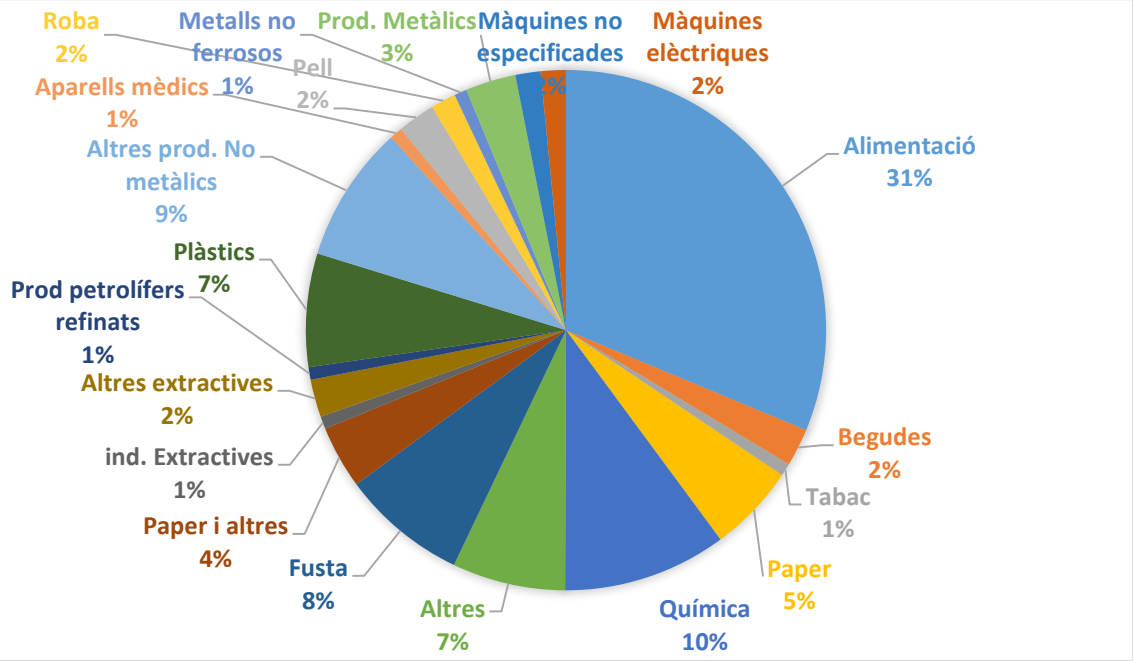


Figura 1.6 Pes percentual de les indústries transformadores a Moçambic. Font:Insituto de estudos sociais e económicos 2004

1.11. Situació de la indústria alimentària a Moçambic

Els orígens del sector de la transformació de l'alimentació alimentària es remunten a l'inici del segle XX, quan els colons portuguesos van implantar les primeres indústries de molins de gra. La indústria alimentària moçambiquesa va tenir dues fases de desenvolupament, una va ser en els anys 1930 i l'altra en els anys 1960.

D'acord amb l'Institut Nacional d'Estadística de Moçambic, l'any 2009 hi havia prop de 970 indústries transformadores d'aliments, que representaven el 60% dels llocs de treballs de tota la indústria transformadora.

Actualment el sector esta emergint ja que moltes de les empreses de la indústria alimentària van ser durant un llarg període de temps estatals.

Com que el sector de la transformació d'aliments és un dels sectors prioritaris per al govern moçambiquès, es van introduir vàries mesures per enfortir el sector, centrant-se en la formació, producció primària, la consultoria i els sistemes d'informació (Sutton, 2014).

Actualment aquest sector te varis desafiaments:

1. Sistemes d'informació pobres. La transferència d'informació pel que fa a les tarifes de preus, costos de logística i aranzels són pràcticament inexistents, cosa que fa que sigui més difícil fer estudis de viabilitat.
2. Infraestructures. La disponibilitat d'electricitat i d'aigua potable és pràcticament inexistent en molts punts del país. També l'estat de les carreteres fa que la promoció de l'exportació i de l'activitat industrial sigui baixa.
3. Accés limitat a al finançament. Les dificultats d'obtenció de capital són causades pels alts interessos i la falta de garanties per a obtenir préstecs (Sutton, 2014).

Moçambic té una indústria alimentària força diversificada per sectors ja que hi ha:

- **Fàbriques de sucre**. Bàsicament són refinadores de sucre a partir de canya.
- **Processament de fruites i vegetals**. Són en la seva majoria petites empreses del sector privat que produeixen pasta de tomata i sucs de mango i taronja.
- **Producció d'olis**. Aquestes indústries fabriquen oli a partir de cultius tals com el de gira-sol, coco, cotó i sèsam. El processament és produït per petites i mitjanes empreses.
- **Llet i productes lactis**. La producció local de llet i productes lactis aconsegueix cobrir a un petit percentatge de la demanda.
- **Productes de fleca**. En la seva immensa majoria són produïts per petites empreses que produeixen productes de pastisseria.
- **Processament d'anacards**. Subsector que dóna feina a més de un miler de petits agricultors i és una important font de diners per part de compradors estrangers.
- **Fabricació de productes derivats del blat**. Existeixen prop de 200 empreses, en la seva majoria són grans empreses, que produeixen farina per la venda local o a altres empreses per a la fabricació de pastes.
- **Begudes alcohòliques**. És representat per la major part per a les empreses productores de cervesa, tot hi que també hi ha empreses productores de vins.

1.12. Anàlisi FODA

L'anàlisi FODA (Fortaleses, Oportunitats, Debilitats i Amenaces) permet examinar la interacció entre les característiques particulars del producte que es vol elaborar i l'entorn en què competeix.

És una eina que permet conformar un quadre de la situació actual del producte, permetent d'aquesta manera obtenir un diagnòstic precís que permetrà, en funció del resultat, prendre decisions d'acord amb els objectius formulats. De les quatre variables, tant les fortaleses com les debilitats són internes del producte, de manera que és possible actuar directament sobre elles. En canvi les oportunitats i amenaces són externes, i generalment resulta molt difícil poder-les modificar. A continuació s'identifiquen les fortaleses, oportunitats, debilitats i amenaces identificades:

Fortaleses:

- Producte molt versàtil, necessari en molts de productes alimentaris i en moltes indústries.
- Preferència de la població moçambiquesa per productes elaborats al seu país.
- Demanda en augment de midó tant per al mercat intern com per al mercat extern.
- Facilitats a la hora de muntar una indústria alimentària per part del govern de Moçambic.
- Mà d'obra relativament barata

Oportunitats:

- Possibilitat d'elaborar productes derivats del midó
- Oportunitat de obrir nous mercats fora de Moçambic
- Elaborar un producte de valor afegit

Debilitats:

- Mala imatge dels productes moçambiquesos a Sudàfrica i a l'estranger
- Mala situació geogràfica de Moçambic
- Falta de tecnologies apropiades en el sector primari per obtenir les matèries primeres
- Manca d'infraestructures ferroviàries i aeroportuàries
- Manca de mà d'obra degudament qualificada
- L'idioma pot suposar una barrera ja que moltes persones parlen només portuguès i el nivell sol ser força baix

Amenaces:

- Dificultat inicial per a col·locar un producte dins el mercat
- Possibilitat de que sorgeixin problemes en les èpoques en les que hi ha monsons. Poden haver-hi inundacions
- Possibilitat de talls d'electricitat, ja que a Moçambic són freqüents. Això pot alterar la producció
- Eventuals episodis d'inestabilitat política
- Possibles pujades dels impostos per a les indústries

1.13. Conclusions

De l'estudi fet anteriorment, es poden extreure varis arguments positius. Projectar indústria alimentaria, d'un sector qualsevol a Moçambic és una inversió que hauria de ser rendible ja que hi falten industries per satisfer la demanda interna.

Com s'ha analitzat, el potencial agrícola de Moçambic és molt bo i la producció de iuca és força elevada tot hi disposar d'un grau baix de tecnificació. Aquest fet fa interessant la implantació d'una industria de processat de iuca, ja que l'abastament d'aquesta matèria prima estaria assegurat i el seu preu seria bo donada la proximitat amb les zones de cultiu.

Tot i això, fer un industria d'aquestes característiques a Moçambic no està exempta de dificultats, tals com l'idioma, la falta de qualificació o bé la inversió inicial. A pesar d'aquests inconvenients i els mencionats en l'anàlisi FODA, fer una indústria de midó a partir de iuca a Moçambic ha de ser rendible.

ANNEX II. – ENGINYERIA DEL PROCÉS

2.1. Introducció

En aquesta annex s'exposarà el procés productiu del midó, així com totes les fases d'elaboració. En aquestes fases s'explicaran els canvis que pateix la iuca fins a arribar al producte final.

2.2. Diagrama de flux del procés (midó natiu)

En la Figura 2.1. es mostra el diagrama de flux del procés per a l'obtenció de midó.

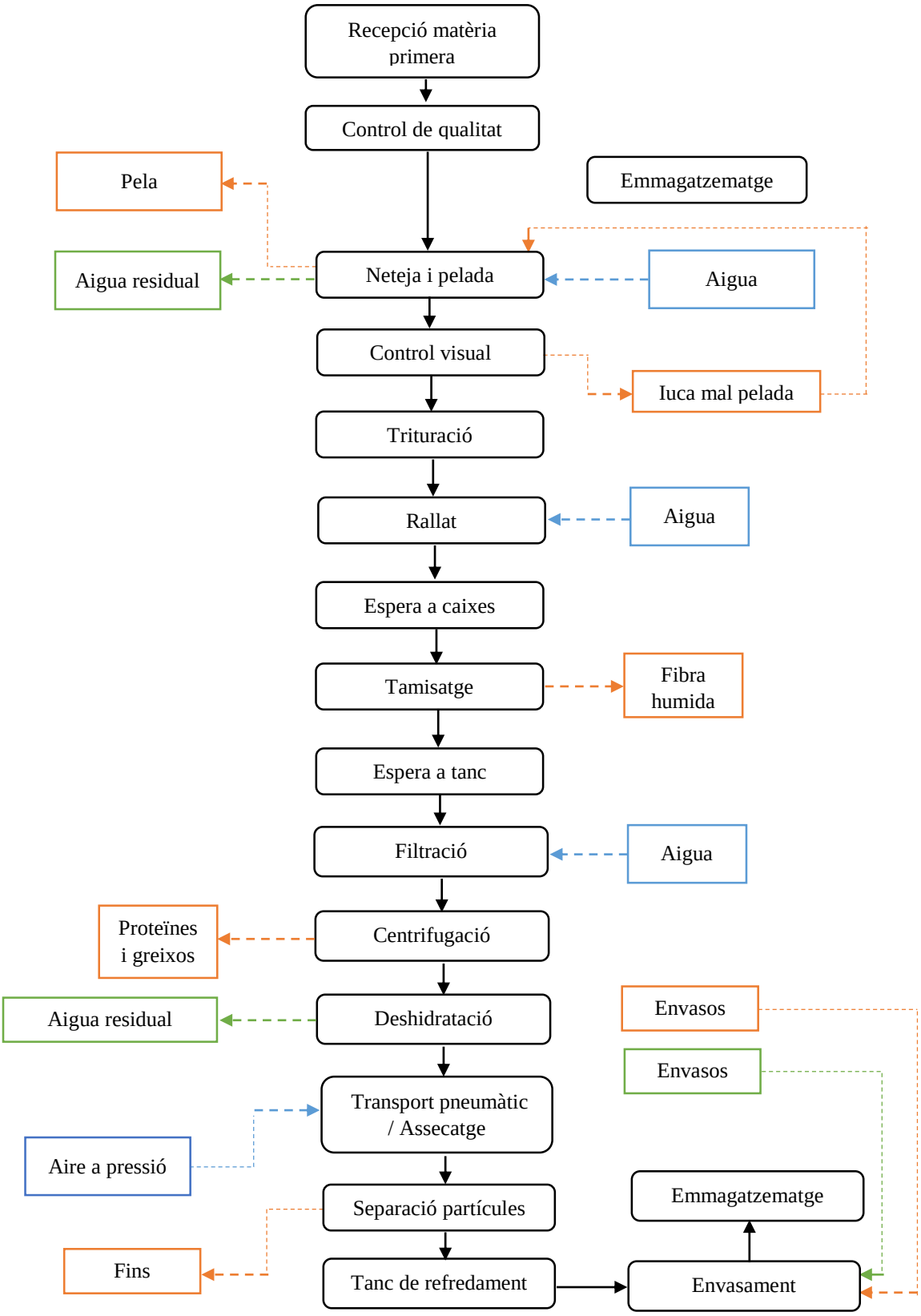


Figura 1. Diagrama de flux d'una planta de midó. Font: elaboració pròpia

2.3. Operacions unitàries del procés productiu del midó de iuca

El procés d'extracció de midó de iuca, independentment del grau de tecnificació de l'empresa productora, consisteix en la neteja i extracció de la pela, llavors passa per el rallador i desintegrador per a la l'alliberament dels grans de midó, a continuació es cola per a separar el midó de la fibra i després s'asseca (obtenint-se midó natural) o bé passa per tancs de fermentació (on s'obté midó agre) durant uns 30 dies i per últim s'asseca al sol.

Una petita planta de producció sol processar entre 1 i 6 t de iuca per dia, una planta mitjana processa entre 7 i 15 t/dia i les plantes grosses més de 15 t/dia.

Cal dir que la iuca no requereix cap preparatiu especial abans de ser processada a planta, tot hi que hi ha alguns punts sobre els que incidir per a millorar la productivitat. Les petites arrels han de ser extretes abans de l'entrada a planta, ja que del contrari la pelada i neteja a planta seran més difícils i el percentatge de fibra augmentarà. L'extracció de les arrels es fa millor en els camps de cultiu, per la qual cosa s'ha d'informar als agricultors de la importància de l'extracció d'aquestes petites arrels. A més, si la iuca arriba a planta amb aquestes arrels s'està pagant per un material que no és aprofitable (Jaramillo Diaz, 1992).

En aquest apartat s'explicarà el procés d'obtenció de midó natural.

2.3.1. Recepció de les arrels de iuca fresca

Les arrels han de ser transportades cap a la planta processadora en un interval de 24-48 h des de la seva collita per evitar el seu deteriorament físic i microbià. Per aquest motiu és força interessant que la zona de producció de la iuca sigui en un lloc proper a la fàbrica de processat de midó. Una cosa important a dir és que el procés de fabricació de midó s'ha de realitzar en el menor temps possible.

La recepció de la iuca dependrà en part del tipus de transport emprat. En aquest cas seran camions. Es pesa el camió en una bàscula primer quan el camió encara no ha descarregat la matèria primera i llavors torna a ser pesat una altra vegada quan ja està buit. per a determinar la quantitat dipositada dins la planta.

En el cas de que la iuca sigui emmagatzemada, es dipositarà en uns dipòsits oberts on el terra serà de formigó. Les dimensions es poden calcular fàcilment ja que la densitat mitjana de les arrels de iuca és de 625 kg/m^3.

2.3.2. Control de qualitat

Es fa la verificació general de la iuca amb l'equipament necessari en un laboratori per efectuar aquest control. S'agafen mostres aleatòries de cada camió. El contingut en midó es calcula mitjançant una bàscula especial per a determinar el pes sota aigua.

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

2.3.3. 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. És considerable la quantitat d'aquests elements que sol haver-hi en les plantes productores de midó. Aquesta operació es pot realitzar mitjançant un garbell vibratori de 3 compartiments. En la Figura 2.1. es mostra un garbell.

Figura 2.1. Garbell vibratori de 3 compartiments. Font: Chyimeang Co. Ltd.

2.3.4. Neteja i pelada de les arrels

Aquesta etapa consisteix en eliminar la terra que hagi pogut quedar en les arrels i d'altres matèries estranyes que puguin dificultar el procés amb l'ajuda d'aigua(que pot ser reciclada). Les pèrdues en el procés de neteja solen ser de 2-3% del pes de les arrels fresques. S'ha d'evitar la pèrdua excessiva de la closca ja que també és una font important de midó.

També es fa la pelada de la closca de la iuca mitjançant unes aspes Figura 2.2, alhora que se li va afegint aigua per a fer la neteja. Les arrels surten d'aquest procés pràcticament netes.

Figura 2.2 Trommel. Netejadora i peladora de iuca. Font: Alibaba

És molt important aquesta operació, ja que el grau de neteja determinarà la puresa final del midó Una bona neteja permetrà tenir un producte final més fi, ja que moltes impureses s'assemblen a les del midó tant amb mida com amb pes específic, per la qual cosa només poden ser eliminades al principi del procés.

La fricció entre les arrels permet l'eliminació de les impureses, i és un dels factors més importants per assolir una bona qualitat. L'aigua de neteja es filtra i és necessari substituir-la per tal de que el procés es faci correctament.

La làmina en la qual la iuca és sotmesa té uns forats rectangulars que permeten la sortida de les matèries estranyes de l'interior del tambor. El flux d'aigua ajuda també a despendre's de les impureses i la closca de les arrels. El flux d'aigua ha d'anar a contracorrent perquè la neteja sigui més efectiva.

Tant es poden emprar netejadores semi contínues o contínues depenent de les necessitats o capacitat de la planta.

2.3.5. Control visual

La finalitat d'aquest procés és la de classificar i fer inspeccions visuals per tal de intentar localitzar elements estranys en les arrels, que no hagin pogut ser extrets en el procés anterior. Aquesta feina la fa un operari i es realitza quan la iuca està a la cinta transportadora.

2.3.6. Trituració

De aquí cap endavant les màquines que estiguin en contacte amb la iuca hauran de ser d'acer inoxidable per evitar reaccions que puguin deteriorar la matèria primera.

Aquest procés consisteix en dipositar la iuca en un recipient de secció rectangular, amb un eix longitudinal, en el qual hi ha un sistema de ganivets afilats que trituren les arrels. En la Figura 2.3. es mostra la maquinària emprada en aquesta operació.

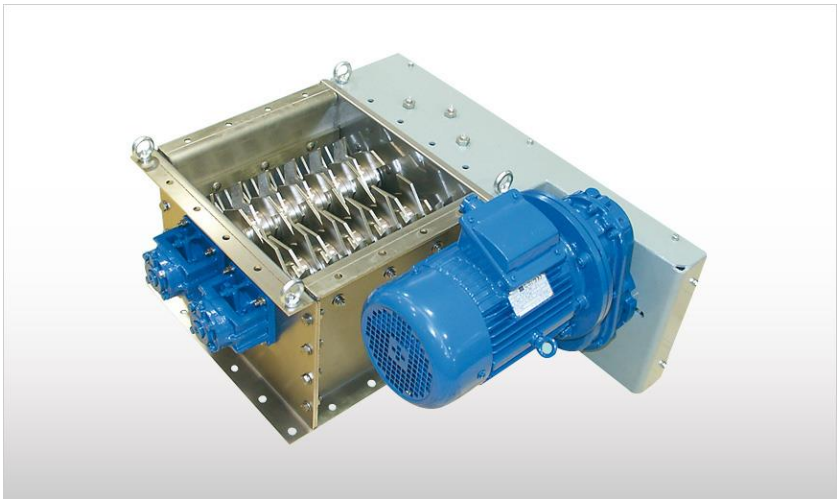


Figura 2.3. Trituradora de ganivetes. Font: Sino-german Technology Development Co., Ltd.

Aquesta operació es realitza per condicionar les peces de iuca per el procés de rallat, ja que, del contrari, hi podria haver problemes per a l'extracció dels grànuls de midó.

2.3.7. 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

2.3.8. Rallat

Aquesta fase es realitza mitjançant una talladora d'arrels, les quals cauen per gravetat a un dosificador per passar al ratllador de serres (Figura 2.4.). Un ratllador eficient té com a objectiu bàsic tenir un alt rendiment en la producció de midó. El ratllat s'efectua a grans velocitats (40m/s), ja que aquesta és una de les característiques més importants en aquesta fase. En cas que la iuca contingui petites arrels el consum energètic serà major.

En aquest procés s'alliberen els grànuls de midó que contenen les cèl·lules de les arrels de iuca. La eficiència de aquesta operació determinarà el rendiment total del midó en el procés d'extracció. D'altra banda si la rallada és molt fina els grànuls de midó poden patir danys físics. Per tant, la iuca ha de ser ratllada en uns trossos d'aproximadament 30 mm de gruix. La massa que s'obté és una barreja de polpa, suc i midó. En aquesta fase de desintegració s'addicionarà aigua amb la iuca triturada.

Figura 2.4. Molí triturador de serres. Font: Grupo Micesa

Normalment aquest procés es realitza mitjançant un molí que ratlla les peces de iuca ja triturades, alhora que se li addiciona aigua (completament neta, no reciclada). A partir d'aquest moment el procés d'elaboració de midó passa a ser completament tancat (deixa de estar en contacte amb l'aire) per tal d'evitar la degradació produïda per les reaccions d'oxidació. Cal dir també que el producte resultant és una mescla líquida de iuca rallada i aigua.

2.3.9. Tamisatge per a l'extracció de les fibres

A partir d'aquesta etapa, el procés passa a estar hermèticament tancat sense estar en contacte amb l'aire. En aquesta operació es realitza la separació de les fibres (cel·lulosa) de la llet de midó. S'ha de tractar amb cura que petites partícules fibroses no es colin amb el midó.

Hi ha dues maneres de realitzar aquesta operació: la primera és la de fer passar el midó i la aigua per un tambor rotatori amb uns forats allargats i un interior amb una malla de tela de 80-150 µm de llum. La segon consisteix fer passar la llet per una sèrie de roto-coladors cada vegada amb malles més fines. Per exemple la llet (aigua i midó) que surt del primer colador ha de tenir una tela de 125-250 µm i es bombeja a un altre colador de 60-80 µm. La llet surt de l'últim colador amb una concentració de aproximadament 54 kg/m^3.

Els roto-coladors (Figura 2.5) són uns cons amb teles de tamisos rotatives i de diferents mides. La massa de midó desintegrada, és alimentada fins al tamís rotatiu cònic, on rep aigua a mesura que va recorrent els tamisos, assegurant una completa extracció del midó, que és separada de la massa fibrosa.

Figura 2.5. Tamisadora centrífuga. Font: Palamatic process

No obstant això, després d'aquesta operació la llet de midó contindrà contaminants solubles com poden ser proteïnes, matèria grassa, sucres, partícules insolubles de cel·lulosa, sorra, entre d'altres, que hauran de ser eliminats en etapes posteriors.

Resultat d'aquesta operació es genera un subproducte que està composat fonamentalment de fibra, que és separada i que suposa el 2% de la composició de la iuca. Aquest subproducte és transportat mitjançant unes canonades fins a un dipòsit exterior, on els clients el compraran per alimentació animal. Aquesta fibra resultant no conté proteïnes, només conté energia i un 90% de

humitat. Per tant aquest producte haurà de ser deshidratat en una compactadora, que pot ser de cargols o bé de rodaments.

2.3.10. 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 o bé normalment la velocitat de procés serà més alta fins aquest punt.

2.3.11. Filtració

La llet obtinguda és transportada mitjançant bombes fins a un tanc intermedi o tanc pulmó, que disposa d'un dispositiu d'agitació per tal d'evitar que el midó precipiti. En aquest tanc hi ha uns dispositius que buiden aigua de manera controlada perquè es barregi amb la llet de midó.

Novament, la llet és bombejada fins a uns filtres encarregats de la retenció de les partícules sòlides insolubles. Tot el procés es fa sense que hi hagi contacte amb l'aire.

2.3.12. Centrifugació

En aquesta fase es procedeix a la separació del midó dels compostos solubles (proteïnes, matèria grassa...) En cas de que no es procedís a fer això es produiria un procés de químic i enzimàtic que formaria compostos complexos que dificultaria molt la separació del midó pur.

L'exigència del midó natural fa que el procés de producció hagi de ser el més ràpid possible. Això fa necessari utilitzar un sistema de acoblament directe, sense tancs i utilitzant modernes centrífugues d'alta velocitat. En aquestes màquines la separació, neteja i concentració del midó es realitza simultàniament en pocs segons. En la Figura 2.6. es mostren unes centrífugues connectades.

Figura 2.6. Centrífugues. Font: Starch make

A vegades és interessant que el líquid resultant sotmeti a una centrifugació secundària a partir de hidrociclons, que fan la mateixa funció, però tenen una capacitat més gran de retenció de sòlids. En aquest procés la puresa de la llet de midó ja és més elevada.

En aquest procés es genera un residu que és evacuat al sistema de tractament. Aquest residu és un subproducte del procés que conté midó de baixa intensitat i poca qualitat i el seu nivell de proteïna és alt. Degut a les seves característiques se sol usar per l'alimentació de porcs i la elaboració d'adhesius.

2.3.13. Deshidratació

Després de la centrifugació, el midó humit és sotmès a un procés de deshidratació que consisteix en la reducció de la quantitat d'aigua en el midó mitjançant una centrífuga deshidratadora. Aquesta màquina té la capacitat de separar mitjançant la força centrífuga l'aigua de les partícules de midó. És un rotor que funciona a altes revolucions. El contingut en humitat del midó és de aproximadament el 35% i ja es troba en fase sòlida. En la figura 2.7. es mostra una centrífuga deshidratadora.

Figura 2.7. Deshidratadora centrífuga. Font: Saito separator

En aquesta etapa s'extreu una part important de la humitat dels grans de midó tot hi que la finalitat d'aquest procés només és condicionar per tal de que arribi l'assecatge amb més bones condicions.

2.3.14. Transport pneumàtic/assecatge

Quan el midó ja és deshidratat s'ha de procurar de portar-lo a l'assecador el més ràpid possible assegurant l'alimentació en continu. En aquesta fase, és necessari sotmetre el midó ja en estat sòlid a un procés d'assecatge per a reduir-ne la humitat.

Hi ha assecadors de tipus pneumàtic en què l'evaporació es realitza mitjançant el contacte amb l'aire calent. Hi ha uns tipus de assecadors anomenats *Flash dryer* (Figura 2.8). El midó és assecat de manera ràpida, impedint la formació de grànuls. En funció de la l'evaporació i del ràpid transport de vapor, la temperatura dels grans de midó no s'eleva molt i per això hi ha risc de modificació o degradació. És important refredar el midó immediatament després de l'assecatge, per la qual cosa l'assecador ha d'estar equipat amb un cicló de refrigeració.

En l'assecador hi ha d'haver incorporat un regulador d'humitat, perquè aquesta se situï dins l'interval del 12-13%. Per a evitar pèrdues de midó que s'escapa amb l'aire de d'assecatge, s'han de construir una sèrie de ciclons de recuperació.

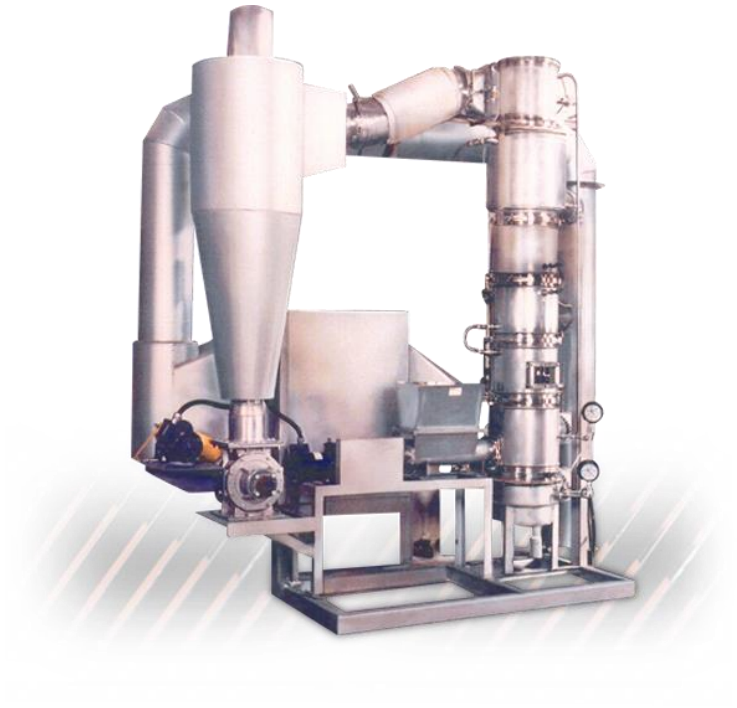


Figura 2.8. Sistema flash-dryer. Font: Carrier vibrating

El midó passa per unes canonades a una temperatura de uns 140ºC graus. Després és dipositat a uns ciclons de refredament. El corrent d'aire calent que hi ha en aquests tubs és generat a partir d'una caldera.

2.3.15. Separació de partícules

En aquesta operació es realitza la separació dels fins amb la de les partícules aptes per a la seva comercialització. La separació es realitza mitjançant un cicló, element el qual pertany al sistema *flash-dryer*.

2.3.16. Refredament a tanc

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

2.3.17. Envasament

El midó sec arriba a la zona d'envasament a partir d'uns tubs, que estan connectats a .un dipòsit de emmagatzemament. Normalment s'envasa el midó en bosses de cartró de 25 kg, tot hi que hi ha formats més grans per a clients que ho sol·licitin. En la Figura 2.9. es mostra una màquina envasadora.

Figura 2.9. Envasadora de midó. Font: Ingesir

2.3.18. 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.

ANNEX III –ESTUDI D'ALTERNATIVES

3.1. Introducció

En aquest annex s'identificaran les diferents opcions possibles sobre diferents aspectes que impliquen la implantació d'una indústria extractora de midó.

3.1. Control de qualitat de la iuca

Com en tota indústria alimentària, cal dur a terme un control de les matèries primeres, ja que en funció de la qualitat d'aquestes s'obtindran diferents rendiments en el procés d'elaboració.

És important també ja que una vegada fet el control i en cas de que no fos satisfactori, la indústria es reserva el dret a no comprar-li més iuca al proveïdor. Una de les seves obligacions és la de proporcionar una iuca amb la qualitat acordada.

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 d'unitats formadores de colonies (UFC/g) de:

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

D'entre les opcions que hi ha, es farà l'estudi de 2 alternatives diferents: integrar un laboratori a la planta de procés, o bé subcontractar una empresa perquè faci les anàlisis.

3.1.1. Laboratori integrat

Es tracta d'adquirir tot l'equipament necessari, així com el personal degudament qualificat per a realitzar les proves de qualitat.

Avantatges:

- Inversió rendible a llarg termini
- Resultats més fiables
- Estalvi en desplaçaments de la matèria primera
- Es podrien realitzar analítiques per a altres indústries de la zona

Inconvenients:

- Dificultats de trobar mà d'obra qualificada per a realitzar les anàlisis
- Inversió inicial elevada
- Costos de manteniment del laboratori elevats
- Ocupació d'un espai dins la indústria que podria destinar-se al procés productiu

3.1.2. Laboratori extern

Consisteix en enviar les mostres a una altra empresa per tal de que realitzi les anàlisis pertinents.

Avantatges:

- Comoditat de no preocupar-se de fer les analítiques
- Aprofitar l'espai que hauria d'anar destinat al laboratori per altres tasques del procés productiu
- El nombre de treballadors totals serà més petit

Inconvenients:

- Dificultats per trobar laboratoris a prop de l'empresa
- Dificultat d'enviament de la matèria primera al laboratori

Alternativa escollida:

S'ha optat per a tenir un laboratori dins la empresa, ja que les avantatges són majors que els inconvenients. Es creu que la inversió inicial serà amortitzada, ja que si s'anés subcontractant una empresa acabaria sortint més car al llarg del temps. A més, donada la situació geogràfica on es troba, fa difícil trobar una empresa que pugui satisfer les nostres necessitats.

3.2. Tipologia de caldera

L'elecció de la tipologia de caldera és una de les coses que té major importància en l'elecció dels equipament per a la indústria. Un bona elecció podrà proporcionar majors estalvis quant a combustible, i també quant a la caldera en si en cas que s'esculli una caldera no sobredimensionada i adaptada a les necessitats de la indústria que es projecta.

La selecció de la tipologia de caldera ve donada per varis factors:

- Potència útil (per a les calderes d'aigua calenta, aigua sobreescalfada i fluid tèrmic) segons el requeriment tèrmic de la instal·lació a la qual han d'alimentar.
- Producció de vapor (per a les calderes de vapor) segons el consum de vapor necessari.
- Pressió de treball continu (per a totes les tipologies) d'acord amb la pressió necessària en el punt de consum més allunyat del centre de producció.
- Temperatura de treball en continu, segons els requeriments constants de la instal·lació.

3.2.1. Classificació de les calderes segons la disposició dels fluids

Les calderes es poden classificar en:

- Calderes aquotubulars

Són aquelles calderes en les quals el fluid de treball es desplaça per l'interior dels tubs durant el seu escalfament i els gasos de combustió circulen per l'exterior dels mateixos. Són d'aplicació quan es vol treballar a una pressió per sobre de 22 bar.

En el cas de les calderes de vapor, el títol de vapor és del 0,85, és a dir, el contingut d'aigua per unitat de massa és molt alt 15%, per la qual cosa és necessari afegir subconjunts assecadors de vapor, tals com escalfadors o sobre escalfadors.

Les exigències de qualitat d'aigua a l'alimentació d'aquestes calderes és superior a altres tipologies de calderes.

- Calderes pirotubulars

Són aquelles calderes en què els gasos de combustió circulen per l'interior dels tubs i el líquid es troba en un recipient. Són d'aplicació principalment quan la pressió de treball ha de ser inferior a 22 bar.

Pel seu disseny no tenen un gran volum d'aigua, la qual cosa els permet adaptar-se millor a les variacions de les instal·lacions que les altres tipologies de calderes.

El títol de vapor és proper al 1, per la qual cosa el contingut en aigua per unitat de massa es troba al voltant del 3%, no essent necessari instal·lar equips auxiliars addicionals.

Les exigències de la qualitat de l'aigua d'alimentació són menors que en les calderes aquo tubulars.

3.2.2. Classificació segons la seva tecnologia

Les calderes són equips que, aplicant calor d'un combustible gasos, líquid o sòlid mitjançant un cremador dissenyat per a cada tipus de combustible, escalfen aigua a 95ºC (calderes d'aigua calenta), per sobre dels 100ºC (calderes d'aigua sobreescalfada), escalfen aigua i produeixen el seu canvi a estat de fase líquida a gasosa (calderes de vapor), o escalfen un fluid diferent a l'aigua denominat fluid tèrmic.

- Calderes d'aigua calenta

Les calderes d'aigua calenta són aquelles en les que el fluid que és escalfat és l'aigua i tenen una temperatura màxima de servei inferior a 100ºC. Aquesta tipologia de calderes poden ser aquotubulars o bé pirotubolars.

- Calderes d'aigua sobreescalfada

Las calderes d'aigua sobreescalfades són aquelles en les que el fluid a escalfar és l'aigua, i tenen una temperatura màxima de servei superior a 110ºC. Aquest tipus de calderes poden ser aquotubolars o bé pirotubolars.

- Calderes de fluid tèrmic

Les calderes de fluid tèrmic són aquelles en les que el fluid a escalfar no és aigua sinó, normalment, un oli tèrmic. Aquest tipus de calderes poden ser únicament aquotubulars.

- Calderes de vapor

Les calderes de vapor són aquelles en les que el fluid a escalfar és vapor d'aigua. Aquest tipus de calderes poden ser aquotubulars o bé pirotubulars.

3.2.3. Tipus de combustibles

Els tres tipus de combustibles més utilitzats en les calderes són el carbó, el petroli i el gas natural. No obstant això, també es poden utilitzar biomassa, residus industrials o comercials. Normalment es tria el tipus de combustible pels preus de les tarifes (Consejería de Economía y Hacienda de Madrid, 2012).

- Carbó

El carbó és el terme genèric donat a una família de combustibles sòlids amb un alt volum de carboni. Els principals tipus de carbó són: torba, lignit, carbó bituminós i antracita. Com a

combustible de caldera se sol utilitzar el carbó bituminós i l'antracita. Per a produir 8 kg de vapor s'ha de cremar 1kg de carbó (Consejería de Economía y Hacienda de Madrid, 2012).

- Gasoil

El petroli que s'utilitza com a combustible en la caldera prové del residu produït del petroli cru després de que s'hagi destil·lat per produir diferents productes més lleugers. Hi ha varis classes disponibles (classes D,E,F i G), essent cada un adequat per els diferents tipus de calderes.

- Gas natural

El gas natural és una forma de combustible fàcil de cremar amb poc accés d'aire. Els combustibles gasos estan disponibles en dues formes diferents: gas natural i gas liquat de petroli (GLP).

- Biomassa

La biomassa és la matèria orgànica d'origen animal o vegetal. La biomassa utilitzada com a font d'energia té bàsicament dos orígens: l'agrícola (principalment cultius) l'industrial (originant subproductes fruits del procés)

Alternativa escollida:

S'ha optat per adquirir una caldera pirotubular, ja que els requisits d'entrada d'aire a la caldera no són tant estrictes. Tampoc és necessari adquirir un equip auxiliar per el escalfament de l'aire. La caldera serà d'aire, ja que per les condicions de deshidratació que ha de patir el midó pur és més adient treballar amb aire que amb vapor.

El combustible amb què treballarà la caldera és la biomassa. En un principi el gas natural hauria de ser un combustible interessant, ja que a Moçambic n'hi ha molt, però per contra hi juga que la instal·lació de gasoductes és pràcticament inexistent a Jangamo. La biomassa permetrà l'abastament de combustible de manera més eficient i econòmica que altres combustibles.

3.3. Alternatives d'ubicació

La ubicació de la indústria és un dels factors més importants, ja que en part determinarà l'èxit de la activitat econòmica i més es té en compte que la indústria s'ubicarà a Moçambic.

Les diferents alternatives s'han separat en 3 regions geogràfiques de Moçambic: nord, centre i sud.

3.3.1. Ubicació al nord de Moçambic

Fa referència a les províncies de Cabo Delgado, Niassa i Nampula. Aquestes províncies caracteritzen per tenir el més gran potencial agrícola, del país. Allà la producció de iuca és molt gran.

Pel que fa a les comunicacions no són massa bones. La xarxa de ferrocarrils és inexistent, i es disposa d'unes carreteres amb mal estat i molt transitades. Cal remarcar però, com a punt positiu, aquestes províncies tenen bona connexió amb Tanzània, Malawi i Zimbabwe així com a bona connexió marítima.

Aquesta regió no disposa en termes generals de mà d'obra qualificada, ja que el desenvolupament industrial és baix i els centres acadèmics d'estudis superior són escassos.

3.3.2. Ubicació al centre de Moçambic

Les províncies que s'han considerat en aquest grup són únicament les de Sofala (la més cèntrica) i la d'Inhambane (més al sud). Aquestes províncies tenen una producció agrícola mitjana-alta. La producció de iuca és força alta.

La xarxa viària és sensiblement millor que la de les províncies del nord, ja que tant a Sofala com a Inhambane hi passa la carretera nacional 1. Tot i això cal dir que aquesta carretera transita pel litoral d'aquestes províncies, fet que si es plantegés una indústria a l'interior d'aquestes hi hauria problemes de comunicació.

La mà d'obra qualificada és més abundant, ja que el nivell de desenvolupament és superior i hi ha més centres superiors d'ensenyament, com és el cas de la facultat l'Escola d'Enginyeria de Chimoio o la Universitat Pedagògica de Maxixe.

3.3.3. Ubicació al sud de Moçambic

La regió que conforma el sud de Moçambic està formada per les províncies de Maputo i, en menor mesura per la de Gaza. Tot i no ser les províncies que més producció agrícola generen, també disposen d'un bon potencial productiu.

Les comunicacions són les millors del país ja que disposen de ferrocarril i de la carretera nacional 1, que és la que esta amb majors condicions del país. Les connexions amb Sudàfrica (bon client potencial) i de Swazilàndia són excel·lents degut a la seva proximitat. També cal destacar que hi ha l'aeroport internacional de Maputo a la mateixa ciutat.

En aquesta regió hi ha mà d'obra qualificada en abundància, ja que els principals centres acadèmics superiors del país es troben a la capital. El desenvolupament industrial és el major del país, centrant-se a la ciutat de Matola (ciutat annexa a Maputo) el major nucli industrial del país.

Alternativa escollida:

Com a lloc per a ubicar la indústria s'ha escollit el districte de Jangamo (Figura 3.1). Aquest districte es troba a la zona sud-est del país, a la província d'Inhambane. Està en una zona on hi ha una producció mitjana-alta de iuca i les comunicacions amb altres punts del país són acceptables, sobretot amb connexió Maputo i amb Sud-àfrica.

Es va descartar ubicar la indústria al nord del país, bàsicament perquè Moçambic està partit en 2,és a dir la connexió entre el nord i el sud del país és dolenta, principalment perquè les carreteres estan en mal estat. També es va descartar fer-la al terme municipal de Maputo, perquè tot i estar en una zona estratègica, la producció de iuca a la zona era molt baixa, per la qual cosa es podria tenir algun problema amb l'abastament de matèria primera.

Figura 3.1 Identificació del districte de Jangamo amb color vermell, Moçambic. Font: Google Maps 2015

3.4. Tipologia de midó a fabricar

Una de les altres alternatives que es presenta és quins tipus de midó s'elaboraran. Sorgeix la possibilitat de fer midó agre (fermentat) o bé midó normal. Els processos d'elaboració divergeixen, ja que s'elaboren amb tecnologies diferents.

3.4.1. Elaboració de midó agre

El midó agre s'identifica principalment per criteris de color, olor, puresa, contingut amb aigua, acidesa, poder de panificació, poder d'absorció, solubilitat, viscositat i mida dels grànuls.

Depenent de la seva capacitat d'expansió o poder de panificació es poden determinar dues qualitats:

- Midó corrent 8-12 ml/g
- Midó extra 13-15 ml/g

Les primeres fases del procés productiu (Figura 3.2) són quasi les mateixes de les que es donen amb el midó natural, és a dir es realitzen les fases de neteja i extracció de la pela, rallat i trituració. A partir d'aquí la separació de les diferents partícules en lloc de fer-se a partir de centrifugació es fa per decantació. La sedimentació es realitza en uns tancs on el midó hi estarà entre 6 i 24 h. Acte seguit es fa la fermentació de forma natural, que durarà entre 20 i 40 dies. Per últim es fa l'assecatge a partir de la llum solar.

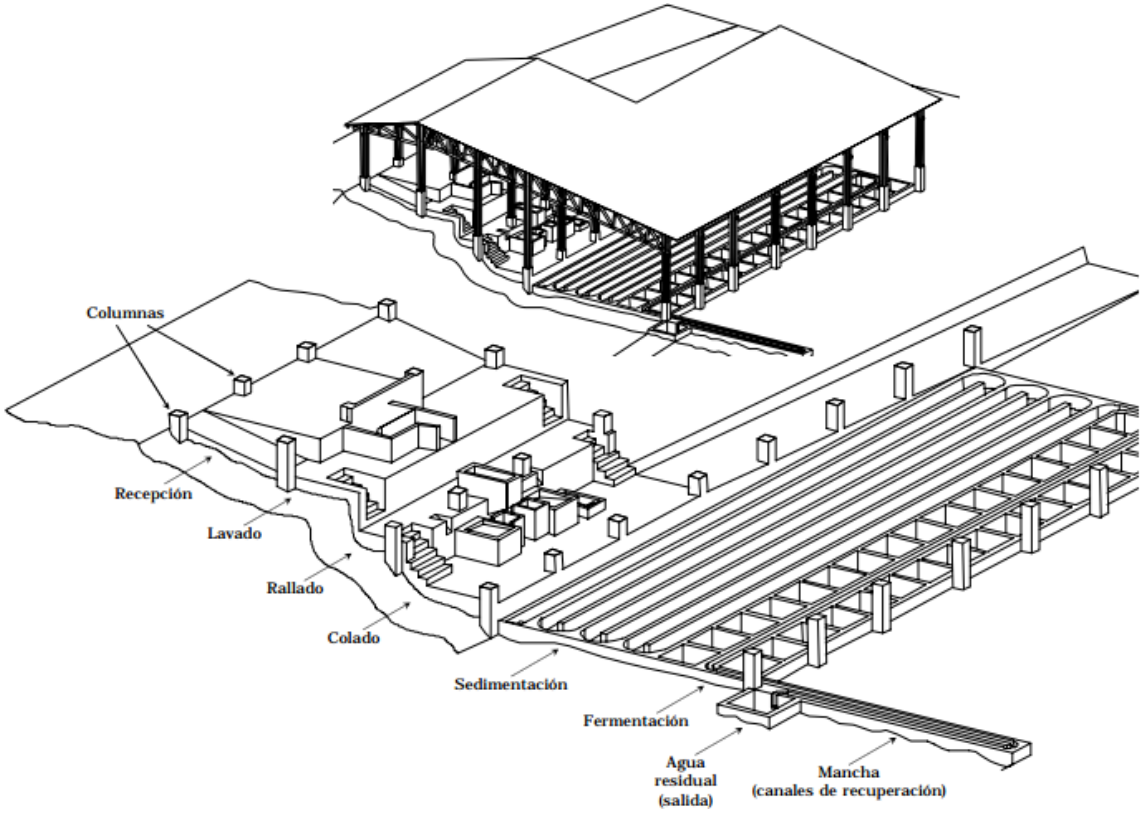


Figura 3.2 Esquema bàsic de una planta processadora de midó agrí aprofitant el gradient de gravetat. Font: Alarcón i Dufour. 1998

El midó agre és bàsicament comercialitzat a indústries de panificació i a venedors intermediaris que llavors ho vendran a petites fleques.

<u>Avantatges:</u>

- Venda a un preu major
- Major acceptabilitat en el mercat local

Inconvenients:

- Procés productiu més rudimentari
- Procés d'elaboració més lent
- La sortida comercial d'aquest producte es centra en un únic sector (panificació)

3.4.2. Elaboració de midó natural

El midó nadiu no ha estat sotmès a cap procés de fermentació i no presenta cap característica de color, sabor, olor ni grau d'expansió

L'obtenció d'aquest tipus de midó ja ha estat explicada a l'annex del procés d'elaboració. Consta de les mateixes etapes que el procés d'elaboració que el midó agre, amb l'única diferència que no es realitza cap fermentació.

El midó natural és utilitzat en l'elaboració de pastes, farines, púdings, pastissos, galetes, bescuits, cremes, gelats, sopes, embotits i altres productes alimentaris.

D'altra banda el midó natiu pot modificar-se per mitjans físics per a convertir-se en midó gelatinitzat. Aquest midó té la propietat de que es dispersa en aigua sense necessitat de sotmetre'l a cocció.

Avantatges:

- Bona sortida al mercat i demanda ben diversificada
- Procés d'elaboració més ràpid
- Possibilitat de generar productes derivats
- Possibilitat de vendre el producte a indústries no alimentàries (paper, cartró, tèxtil i farmacèutica)

Inconvenients:

- Perill de fermentació durant l'elaboració
- Preu de venda inferior a la iuca agre

Alternativa escollida:

L'opció escollida és la de fabricar midó natural. S'ha triat aquesta alternativa ja que té varis avantatges, tals com major producció amb menys temps, major sortida al mercat o la possibilitat de generar productes derivats.

La possibilitat de fabricar els dos tipus de midons a la mateixa planta s'ha descartat ja que s'hauria de construir els dipòsits de decantació i els dipòsits de fermentació i seria una inversió extra que es recuperaria a llarg termini.

3.5. Neteja i pelada de les arrels

Una de les primeres opcions que es planteja és si la neteja es farà mitjançant procediments mecànics o bé a partir de manuals. Per les característiques d'empresa que es vol fer i el volum de midó que es vol obtenir s'opta per a fer la neteja amb equips mecànics.

Dins els diferents equips mecànics que hi ha disponibles, aquí es destacaran els més rellevants:

3.5.1. Netejadora/peladora cilíndrica de semieix per càrrega lateral

El cilindre està suportat per un semieix acoblat en una caixa de rodaments en una de les seves cares. El semieix acciona el cilindre. El conjunt s'instal·la amb una pileta que rep l'aigua i les impureses.

El cilindre (Figura 3.3) esta format per una làmina de ferro galvanitzat que té forats ovalats distanciats entre si. Per aquests orificis surt l'aigua i les impureses (terra i restes de closques). Aquestes màquines solen tenir una capacitat de 1000 kg arrels/h, una proporció de 100 l aigua /100 kg d'arrels i una velocitat de rotació de 30 r.p.m.

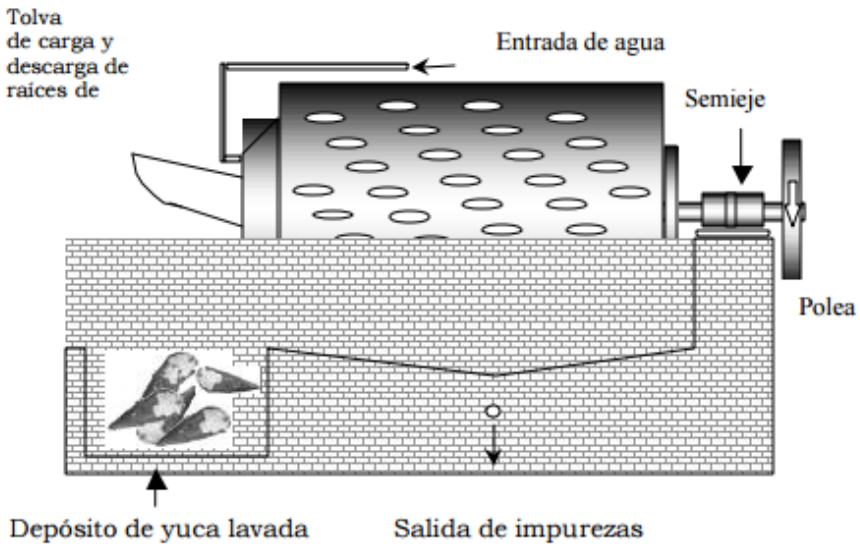


Figura 3.3 Netejadora/peladora cilíndrica de semieix per carga lateral. Font: Jaramillo Díaz, 1992.

Aquesta netejadora es carrega i es descarrega a través d'una obertura semicircular situada en el centre de una de les bases del cilindre. En aquest cantó a més, hi ha un dipòsit que ajuda a fer les tasques de càrrega i de descàrrega: s'executen de forma manual i no és necessari aturar la màquina. L'operació de neteja i de pelada en aquesta màquina és ràpida i pràcticament contínua.

3.5.2. Netejadora/peladora cilíndrica de eix central per carga frontal

Es tracta d'un cilindre amb un eix central (Figura 3.4) en què els seus extrems estan suportats per uns rodaments.

Les parets del cilindre són de làmina galvanitzada i tenen forats ovalats. La comporta de càrrega i descàrrega va al llarg del cilindre. Per sobre del cilindre i paral·lel a aquest, un tub amb perforacions deixa caure aigua a pressió sobre el cilindre. Té una capacitat igual a el model anterior, però treballa a una velocitat de 21 r.p.m.

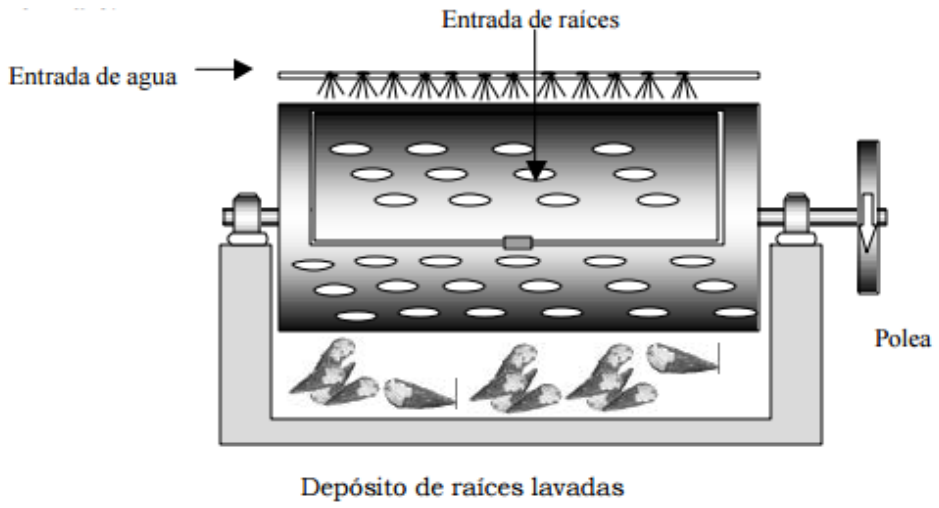


Figura 3.4 Netejadora/peladora cilíndrica de eix central per carga frontal. Font: Jaramillo Díaz, 1992.

Aquest tipus de netejadores són difícils de carregar i de descarregar. També la seva arrancada és difícil.

3.5.3. Netejadora/peladora cilíndrica semi contínua

Es tracta d'un cilindre amb un eix central que gira sobre rodaments. Les parets del cilindre són de làmina galvanitzada i tenen forats ovalats per facilitar la sortida de l'aigua i les impureses. En el cilindre se li acobla un dipòsit de recepció en un dels extrems i a l'altre extrem hi ha una comporta de sortida.

L'aigua és subministrada per un tub bifurcat en què els seus extrems passen, sense impedir la lliure rotació del cilindre, per orificis situats un al cantó dret i l'altre en el cantó esquerre del mateix cilindre. En algunes màquines d'aquest model, la aigua se subministra a traves del eix central, que estarà per tant perforat.

Alternativa escollida:

S'optarà per adquirir una netejadora/peladora cilíndrica de semieix per càrrega lateral, bàsicament perquè permet dur a terme un procés de manera contínua i sense interrupcions. D'altra banda, la neteja es fa de manera més ràpida que en altres tipologies de màquines.

3.6. Separació de fibra

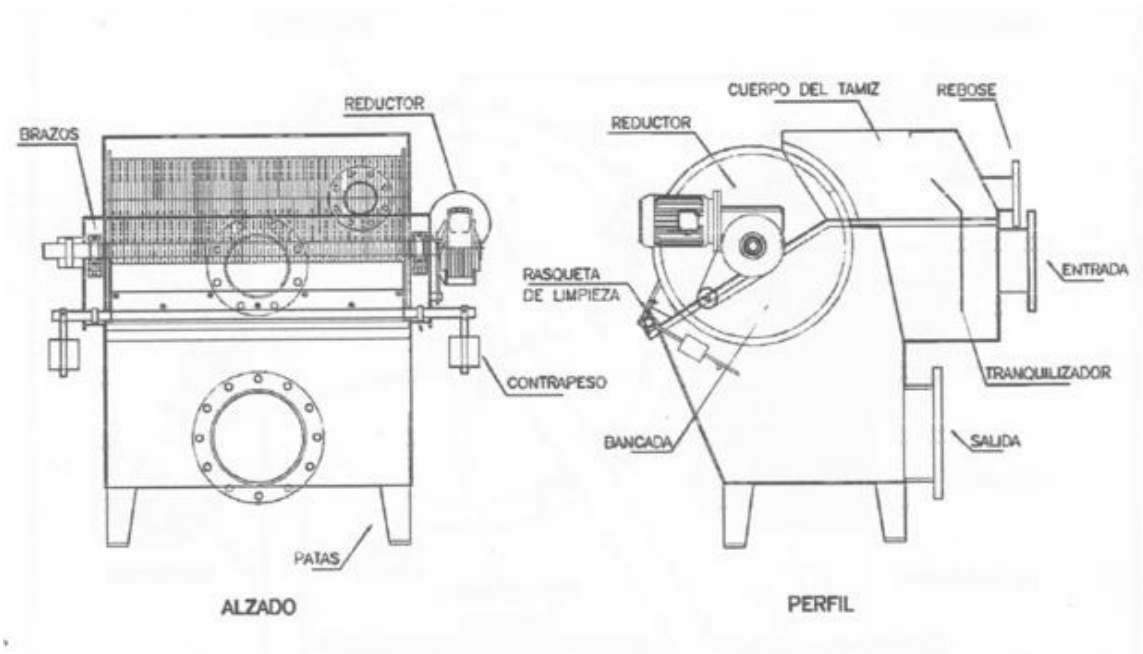
Aquesta fase del procés fa referència al moment en què ja s'ha triturat i rallat la peça de midó i s'ha de procedir a extreure la fibra de la resta de partícules (midó, proteïnes, etc). Es disposa de dues tecnologies per a dur a terme aquesta operació:

3.6.1. Tambor rotatori

La funció principal d'aquest equip (Figura 3.5) és la de la separació de partícules mitjançant una malla. El líquid a processar entra per la tamisadora a través de la tovera d'entrada situada a la part superior, del darrera o lateral on es distribueix uniformement al llarg de tot el tambor filtrant.

Les partícules amb la mida a partir de la qual es vol que es quedin retingudes quedaran a la superfície del cilindre, i per mitjà de la rotació, seran desplaçades cap a les rasquetes que són les encarregades de separar-les i dipositar-les en una safata de descarrega.

La llet de midó serà filtrada a traves de la malla especial que gràcies al seu perfil passa a la tovera de sortida de manera ordenada i constant.



Imatge 3.5 Tamisador de tambor rotatori. Font: Hidrometálica. 2015

Avantatges:

- Possibilitat de treballar en continu
- Mínim manteniment de neteja
- Mínim manteniment mecànic
- Millora la seguretat i salut dels operaris, ja que és silenciosa i hermètica
- Sistema de seguretat al obrir la tapa

Inconvenients:

- Ocupa major espai

3.6.2. Roto colador

Aquesta màquina disposa d'una sèrie de cons rotatius amb forats allargats i proveïts d'una tela per colar. La roto-coladora rep l'aigua a mesura que va recorrent el conus, el que assegura una completa recuperació del midó.

El fet que la llet de midó recorri una sèrie de roto-coladores de diàmetre cada vegada més petit resulta avantatjós, ja que el rendiment d'extracció de midó serà major. La llet de midó que surt per la primera roto-coladora disposa d'una tela de 125-250 µm de llum i es bombeja a una altra roto-coladora equipada d'una tela de 60-80 µm de llum.

Per últim la llet de midó deixa la última roto-coladora a una concentració de 54 kg de midó sec/m^3.

Avantatges

- Major rendibilitat en l'extracció de midó
- Treball en continu

Inconvenients

- Major cost d'adquisició
- Menor producció

Alternativa escollida:

S'ha optat per a adquirir la tamisadora amb tambor rotatori. Aquesta tipologia de màquina dóna unes avantatges funcionals extres, com poden ser el fet de que és més fàcil netejar-la i s'ha de fer molt poc freqüentment, a més de ser una màquina molt fiable i amb molt poca necessitat de manteniment. A diferència de la roto-coladora, aquesta màquina és molt més silenciosa, per la qual cosa serà millor per a reduir els riscos laborals dels treballadors.

3.7. Tipologia d'estructura de la nau

A continuació s'exposaran els diferents tipus d'opcions que es tenen alhora d'escollir els materials de l'estructura de la nau.

3.7.1. Formigó prefabricat

El formigó armat és una barreja de ciment, amb una adequada proporció d'aigua (perque es produeixi una reacció de hidratació) i àrids (grava, sorra, etc.)

Avantatges:

- Seguretat contra incendis
- Estabilitat contra vibracions
- Fàcil construcció
- No conservació
- Impermeabilitat

Inconvenients:

- Pes elevat
- Grans dimensions

3.7.2. Perfils metàlics

En aquest cas l'estructura és metàl·lica i els perfils solen ser en forma de H en la majoria dels casos, havent-hi infinitat de dimensions.

Avantatges:

- Resistència alta
- Uniformitat en el temps
- Material dúctil
- Reutilització per a altres muntatges
- Recobriment de grans llums

Inconvenients:

- Corrosió
- Problemes en cas d'incendi
- Cost d'adquisició
- Cost de manteniment
- Mà d'obra especialitzada

3.7.2. Estructura de fusta

L'ultima opció que es considera és l'estructura de fusta.

Avantatges:

- Producte natural
- Renovable
- Excelent aïllant
- Reutilitzable

Inconvenients:

- Tendència a podrir-se
- Dimensions limitades

Alternativa escollida:

L'opció escollida ha estat el formigó armat. Els motius són la fàcil adquisició, el cost relativament barat, el fàcil muntatge i la seguretat contra incendis que proporciona.

3.8. Capacitat productiva de la indústria

Resulta interesant definir quina és la producció que més convé per engegar una indústria d'aquestes característiques. S'exposen 3 possibles produccions a considerar:

- 60 t/dia
- 40 t/dia
- 15 t/dia

Alternativa escollida:

S'opta per a produir una quantitat de 40 t/dia. Es descarta l'opció de produït 15 t/dia, principalment perquè els beneficis serien molt reduïts en comparació a produccions més altes. I també es descarta l'opció de produir 60 t/dia perquè es podrien tenir problemes d'abastament de iuca, a més de haver de dissenyar una instal·lació més costosa.

ANNEX IV. – DIMENSIONAMENT DE LA MAQUINÀRIA I DE LES INSTAL·LACIONS

4.1. Introducció

En aquest annex es duran a terme els càlculs necessaris per tal de dimensionar la maquinària que s'utilitzarà a la planta processadora en funció de les necessitats productives que es tinguin.

4.2 Dimensionament

La maquinària i la instal·lació que s'estudiarà és la que s'utilitzarà per la línia de producció**,** des de l'inici del procés d'elaboració fins que el producte es expedit al client.

4.2.1 Bàscula

L'entrada de iuca necessària a la fàbrica en funció de les necessitats de la indústria que es projecta és de 40 t/dia. Si la densitat mitjana de la iuca és de 625 kg/m^3 i es vol processar la quantitat esmentada en 1 dia, és necessitarà un volum mínim de 64 m^3 per a transportar la iuca fins a la planta processadora. Comptant que el volum mitjà d'un camió de 20 tones és de 45 m^3, hauran d'arribar 2 camions al dia.

$$\frac{40\ t}{dia} \cdot \frac{1000\ kg}{1\ t} \cdot \frac{1\ m^3}{625\ kg} = \frac{64\ m^3}{dia}$$

$$\frac{64\ m^3}{dia} \cdot \frac{camió\ 20\ t}{45\ m^3} = \frac{1{,}42\ camions\ 20\ t}{dia} \cong 2\ camions$$

Tot i que es preveu que la grandària màxima dels camions que arribin a la planta sigui de 20 tones que és una mida raonable en camions a Moçambic, és interessant preveure que en casos puntuals poden arribar camions amb un pes màxim de 40 tones, amb dimensions similars als EuroTrailers. Per tant, per anar previnguts es buscaria adquirir una bàscula de unes 50 t de capacitat.

4.2.2 Dipòsit col·lector

Es considera que aquest dipòsit ha d'emmagatzemar la descàrrega de 2 camions de 45 m^3. Aquest valor s'incrementarà en un 30% per si es treballés amb camions de majors dimensions La descàrrega de la iuca del camió es realitzarà de manera ràpida, ja que consisteix en abocar la iuca en aquest dipòsit.

$$V = V_{camió} \cdot C_{seguretat} \cdot n_{camions} = 45\ m^3 \cdot 1{,}3 \cdot 2 = 117\ m^3\ de\ dipòsit$$

4.2.3 Cargol sense fi

El cargol sense fi s'encarrega de portar la iuca del dipòsit col·lector fins a una cinta transportadora. La capacitat d'alimentació d'aquesta màquina ha de ser de 40 t/dia, que es correspon amb la quantitat de iuca que es preveu processar. Tenint en compte que la jornada de treball és de 16 h (2 torns de 8 h), el cabal màssic horari que ha de transportar el cargol sense fi és:

$$\frac{40\ t}{dia} \cdot \frac{1000\ kg}{1\ t} \cdot \frac{1\ dia}{16\ h} = \frac{2500\ kg\ iuca}{h}$$

Per a determinar la potència del cargol sense fi es realitza mitjançant aquesta fórmula:

$$A = \frac{4{,}13 \cdot Q \cdot L}{1000}$$

On:

- Q: és el cabal (m3/h)
- L: és la longitud (m)

$$A = \frac{4{,}13 \cdot 4 \cdot 12}{1000} = 0{,}19$$

L'expressió per a calcular la potència és:

$$P = A \cdot C$$

Com que el resultat és 0,19 s'agafa el valor 2 per a C.

$$P = 0{,}19 \cdot 2 = 0{,}38\ HP \cdot \frac{745{,}69\ Watts}{1\ HP} = 283{,}36\ Watts$$

No obstant, la s'estima que la màquina tindrà una potència estandarditzada de 2000 W

4.2.4 Cinta transportadora

La funció d'aquesta cinta és la de portar la iuca del cargol sense fi fins al garbell vibratori. Cal dir que aquesta cinta és elevadora, ja que el garbell es troba en un nivell més alt que el dipòsit col·lector i el cargol sense fi. La capacitat d'alimentació d'aquesta màquina ha de ser coma mínim de 2500 kg de iuca/h. La potència que consumeix aquesta màquina és de 1470 W.

4.2.5 Garbell vibratori

Aquesta màquina és l'encarregada de separar la terra i altres matèries estranyes de la iuca. La capacitat de producció del garbell vibratori ha de ser, com en les dues màquines anteriors de 2500 kg de iuca/h. La potència que consumeix aquesta màquina és de 5500 W.

4.2.6 Cinta transportadora

La funció d'aquesta cinta és la de transportar la iuca del garbell vibratori fins al dipòsit. Cal dir que la cinta eleva la iuca fins a la part superior del dipòsit. La capacitat d'alimentació hauria de ser igual a la màquina anterior, és a dir de 2500 kg de iuca/h. La potència que consumeix aquesta màquina és de 1470 W.

4.2.7 Dipòsit

Aquest dipòsit es troba a la part exterior de la indústria i la seva utilitat és la de guardar la iuca a la espera de ser enviada a planta per a ser processada. Per a dimensionar-lo es tindrà en compte la quantitat diària de iuca que serà processada. També s'ha de tenir en compte que hi haurà dies que es pot rebre una quantitat major de iuca degut a excedents de cultius entre d'altres motius, per la qual cosa s'incrementa la seva capacitat en un 30%.

$$40\ t \cdot \frac{1000\ kg}{1\ t} \cdot \frac{m^3}{625\ kg} \cdot 1{,}3 = 83{,}2\ m^3 \cong 84\ m^3\ de\ dipòsit$$

4.2.8 Cintra transportadora

A partir d'unes boques de sortida que hi ha a la part inferior del dipòsit la iuca cau a una cinta transportadora plana que dipositarà la iuca fins a la màquina netejadora. La capacitat d'alimentació ha de ser de 2500 kg de iuca/h. La potència que consumeix aquesta màquina és de 1470 W.

4.2.9 Màquina netejadora

Aquesta màquina té la funció de netejar i pelar les arrels de iuca. La neteja es fa amb l'ajuda d'aigua que s'addiciona a la màquina. També es pelen les arrels a causa de la fricció entre els tubercles. La capacitat mínima de processament ha de ser de 2-3 t/h i un consum d'aigua de 36-54 l/min. El temps de neteja és d'aproximadament 10 minuts per a cada tanda. (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1993)

Per tant, si com s'ha determinat per la maquinària precedent, s'han de processar 2500 kg de iuca/h, el volum de la màquina netejadora/peladora ha de ser:

$$\frac{2500\ kg\ iuca}{h} \cdot \frac{1\ m^3}{625\ kg} \cdot \frac{1\ h}{60\ min} \cdot 10\ min = 0{,}66\ m^3$$

El volum per a la quantitat màxima d'aigua és:

$$\frac{54\ l\ aigua}{min} \cdot \frac{1\ m^3}{1000\ l} \cdot 10\ min = 0{,}54\ m^3$$

Per tant, el volum total haurà de ser:

$$0{,}66\ m^3 + 0{,}54\ m^3 = 1{,}2\ m^3$$

La màquina netejadora/peladora ha de tenir com a mínim un volum de 1,2 m^3. La potència que aquesta màquina consumeix és de 4000 W.

4.2.10 Cinta transportadora

Aquesta cinta portarà les arrels de iuca fins a la màquina trituradora. La capacitat d'alimentació mínima que ha de tenir és de 2500 kg/h. La potència que consumeix aquesta màquina és de 1470 W.

4.2.11 Màquina trituradora

Aquesta màquina ha de tenir una capacitat d'alimentació de com a mínim unes 2500 kg/h. La potència que consumeix aquesta màquina és de 5000 W.

4.2.12 Cinta transportadora

La funció d'aquestes cintes és la de portar la iuca triturada fins a les caixes pulmó que alimentaran als molins. La capacitat mínima d'alimentació és de 2500 kg/h. La potència que consumeix aquesta màquina és de 1470 W.

4.2.13 Caixes pulmó

Es dipositaran les arrels de iuca triturada en 2 caixes pulmó, que alimentaran als molins ralladors. La funció bàsica d'aquestes caixes és la d'acumular les arrels triturades en cas de que per característiques de procés fes falta. És a dir, que la màquina trituradora treballés més ràpid que el molí.

A partir de la capacitat de la màquina trituradora es pot determinar el volum de iuca:

$$\frac{2{,}5\ kg}{h} \cdot \frac{1\ h}{60\ min} \cdot \frac{m^3}{625\ kg} = \frac{0{,}066\ m^3}{min}$$

Per tant el volum que arribarà a les caixes pulmó és de 0,066 m^3/min. Tenint en compte que el ritme de treball del molí podria ser inferior al de la màquina netejadora i de la màquina trituradora:

$$V = V_0 + (q_e - q_s) \cdot t$$

On:

- V: és la capacitat de la caixa (m^3)
- V_0: és el volum inicial (m^3)
- q_e: és el cabal d'entrada (m^3/min)
- q_s: és el cabal de sortida (m^3/min)
- t: és el temps (min)

Si se suposa un volum de 8 m^3, un cabal d'entrada de 0,066 m^3/min i un cabal de sortida de 0,05 m^3/min:

$$8 = 0 + (0{,}066 - 0{,}05) \cdot t \rightarrow t = 500\, min \cong 8\, h\, 18\, min$$

Per tant, seria necessari instal·lar 2 caixes pulmó de 4 m^3 cada una per acumular la producció de les 16 h de treball.

4.2.14 Molí

En aquesta etapa la capacitat de producció ha de ser de com a mínim de 2500 kg/h. No obstant això, s'optarà per treballar amb 2 molins, d'aquesta manera les màquines treballaran millor i en cas d'avaria la producció no es veuria tan afectada. Per tant, la capacitat de producció de cada molí ha de ser de 1250 kg/h. La potència que consumeixen aquestes màquines és de 5000 W.

4.2.15 Addició d'aigua

Com a conseqüència de la barreja d'aigua amb la iuca rallada, el cabal de treball es veurà augmentat. Per a un cabal de treball de 2500 kg iuca/h és necessari afegir aproximadament 5500 kg aigua/h.

$$\frac{2500\, kg}{h} \cdot \frac{1\, m^3}{625\, kg} = \frac{4\, m^3\, iuca}{h}$$

Considerant que la densitat de l'aigua a 20ºC és 998 kg/m^3, es pot determinar el cabal horari d'aigua:

$$\frac{5500\, kg}{h} \cdot \frac{m^3}{998\, kg} = \frac{5{,}5\, m^3\, aigua}{h}$$

Per tant, el cabal total serà:

$$\frac{4\, m^3\, iuca}{h} + \frac{5{,}5\, m^3\, aigua}{h} = \frac{9{,}5\, m^3}{h}$$

4.2.16 Canonada

Es calcula el diàmetre dels tubs que transporten la suspensió d'aigua i iuca. El cabal que han de vehicular és:

$$\frac{9{,}5\, m^3}{h} \cdot \frac{1\, h}{3600\, s} = 0{,}002 \frac{m^3}{s}$$

L'equació de la secció d'un tub és:

$$Q = V \cdot S$$

On:

- Q: és el cabal (m^3/s)

- V: és la velocitat (m^3/s)
- S: és la secció (m^2)

Si se suposa una velocitat de 1,5 m/s:

$$\frac{0{,}002\ m^3}{s} = \frac{1{,}5\ m}{s} \cdot S$$

La secció ha de ser:

$$S = 0{,}0013\ m^2 = 0{,}13\ cm^2$$

La secció del tub depèn del seu diàmetre (D):

$$S = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \rightarrow\ 0{,}0013\ m^2 = 3{,}1416 \cdot \frac{D^2}{4}$$

$$D = 0{,}0401\ \ m = 4{,}01\ cm$$

4.2.17 Bomba 1

Aquesta bomba conduirà la suspensió dels 2 molins fins a la tamisadora rotativa. La connexió de les dues canonades que surten dels molins es pot negligir i s'agafarà com una sola canonada de 12 m. Per tal de dimensionar la bomba s'utilitzaran les següents dades:

- Longitud de la instal·lació: 12 m
- Diferència de cotes: 2 m
- Pressió de les tamisadores rotatives: 10,33 m.c.a
- Cabal: 0,002 m^3/s
- Diàmetre de la canonada: 0,0401 m
- Singularitats: 2 colzes de 90º

L'equació de Bernouilli és:

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + \frac{P_1}{\gamma} + H_m = \ h_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + \frac{P_2}{\gamma} + H_{1/2}$$

On:

- $h_1\ i\ h_2$: altures geomètriques (m)
- $\frac{v_1^2}{2 \cdot g}$: altures cinètiques (m)
- $\frac{P_1}{\gamma}$: altures de pressió (m)
- $H_{1/2}$: pèrdues de càrrega entre 2 punts de la instal·lació

Si s'aplica l'equació de Bernouilli al tram que es vol dimensionar, s'obté que:

$$0 + 0 + 0 + H_m = 2 + 0 + 10{,}33 + H_{1/2} \rightarrow H_m = 12{,}33 + H_{1/2}$$

La viscositat cinemàtica es calcula com:

$$\partial = \frac{\mu}{\rho}$$

On:

- μ: viscositat dinàmica (kg/m·s)
- ρ: densitat (kg/m^3)

Substituint en la fórmula de la viscositat cinemàtica els valors de l'aigua s'obté:

$$\partial = \frac{0{,}01\frac{kg}{m \cdot s}}{998\frac{kg}{m^3}} = \frac{1{,}002 \cdot 10^{-5} m^2}{s}$$

Per altra banda, el nombre adimensional de Reynolds es calcula com:

$$Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \emptyset \cdot \partial}$$

Substituint, s'obté el valor del nombre de Reynolds:

$$Re = \frac{4 \cdot 0{,}002}{3{,}1416 \cdot 0{,}0401 \cdot 1{,}002 \cdot 10^{-5}} = 6{,}33 \cdot 10^3$$

Per a càlcul de la pèrdua de càrrega s'utilitza l'equació de Darcy-Weisbach:

$$H_{1/2} = f \cdot \frac{L \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot \emptyset}$$

On:

- H_f: pèrdua de càrrega (m)
- f: coeficient de fricció (adimensional)
- V: velocitat (m/s)
- g: força de la gravetat (m/s^2)
- D: diàmetre de la canonada (m)
- L: longitud total de la instal·lació (m)

Si la canonada és d'acer inoxidable, la seva rugositat relativa (ε) és 0,0009. El coeficient de fricció es determina en el diagrama de Moody (Figura 4.1). En aquest cas, és 0,036.

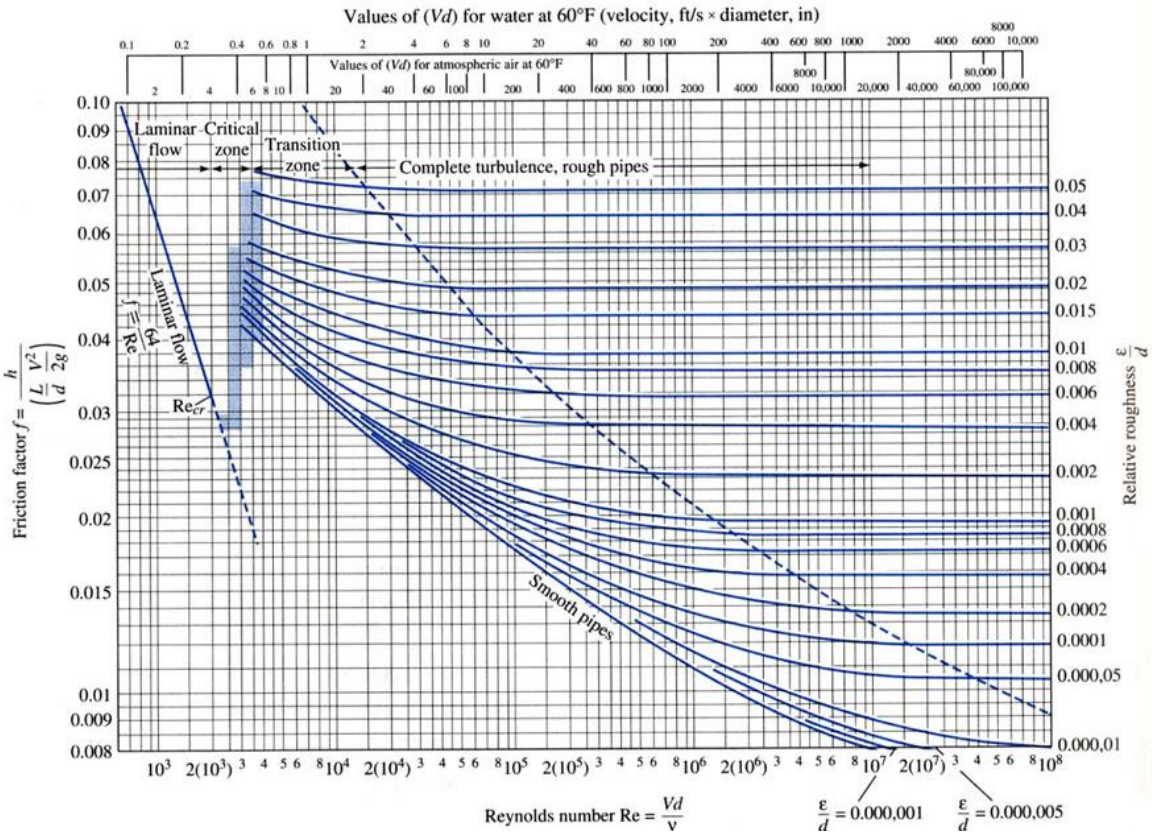


Figura 4.1 Diagrama de Moody. Font: adaptat L.F. Moody. Trans ASME, vol 66, 1944

La K per a colzes de radi 90º és de 0,75. La longitud equivalent dels 2 colzes és:

$$L = \frac{K \cdot \emptyset}{f}$$

Substituint, s'obté que:

$$L = \frac{0{,}75 \cdot 0{,}0597}{0{,}036} \cdot 2 = 2{,}48\ m$$

Amb les dades anteriors, es pot calcular la pèrdua de càrrega:

$$H_{1/2} = 0{,}036 \cdot \frac{(12 + 2{,}48) \cdot 1{,}5^2}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}0401} = 1{,}49\ m \rightarrow\ H_m = 12{,}33 +\ H_{1/2}$$

Substituint:

$$H_m = 12{,}33 +\ 1{,}49 = 13{,}82\ m$$

L'equació pel càlcul de la potència necessària és:

$$Pot = \frac{H_m \cdot \gamma \cdot Q}{\eta \cdot 75}$$

On:

- H_m: altura manomètrica (m)
- γ: densitat del fluid (kg/m^3)
- Q: cabal (m^3/s)
- η: rendiment (adimensional)
- 75: factor de conversió (kg m/s/1 CV)
- Pot: potència (CV)

El cabal circulant és:

$$\frac{0{,}0026\ m^3}{s} \cdot \frac{3600\ s}{1\ h} = \frac{9{,}5\ m^3}{h}$$

De la Figura 4.2 s'extreu que l'altura manomètrica és de 17 m i és més gran que la calculada anteriorment (13,82 m). Per tant la bomba seleccionada ja va bé. El rendiment del grup de bombament és del 35%.

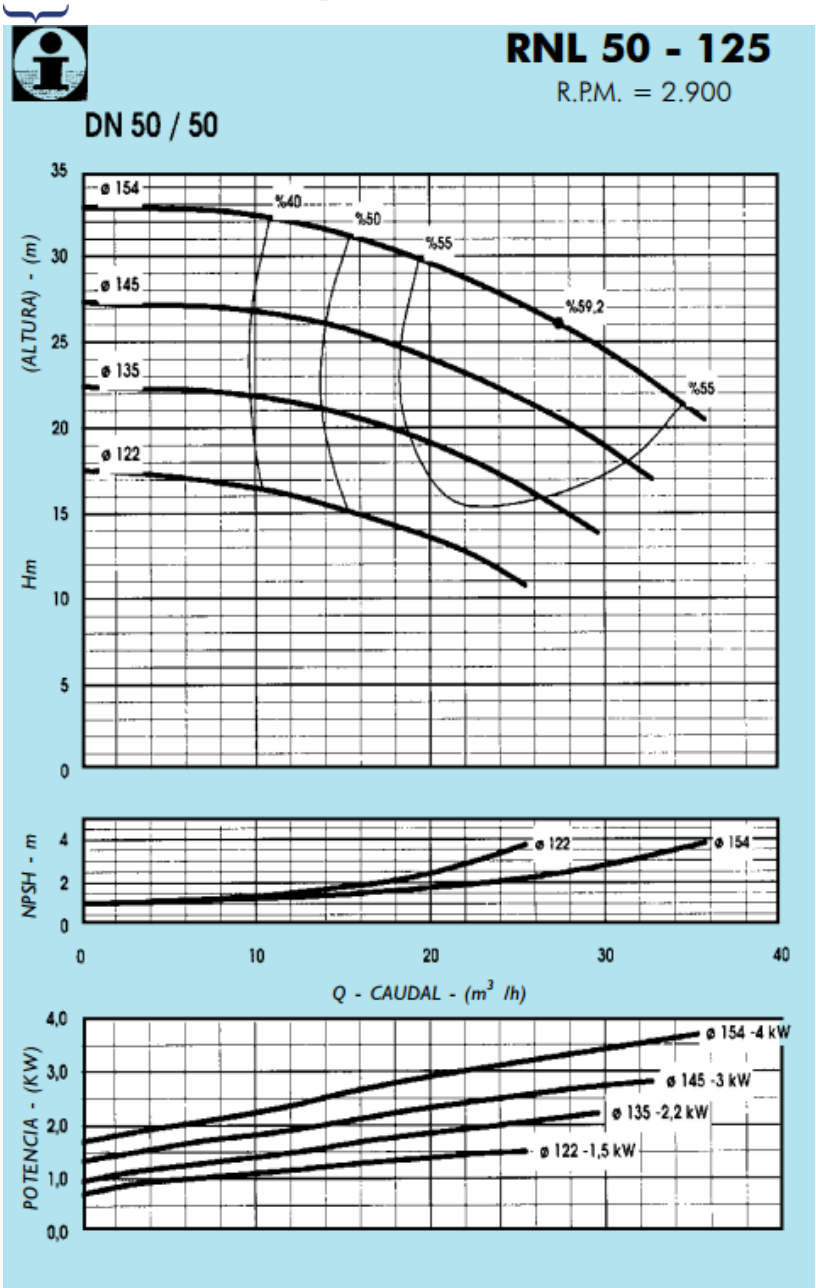


Figura 4.2 Dades tècniques de la bomba RNL 50-125 del fabricant Bombas Ideal Font: Bombas Ideal 2001

La potència de la bomba escollida serà:

$$Pot = \frac{17 \cdot 998 \cdot 0{,}002}{0{,}35 \cdot 75} = 1{,}29\ CV$$

Es converteix de CV a W:

$$1{,}29\ CV \cdot \frac{0{,}735\ kW}{1\ CV} = 0{,}948\ kW = 948\ W$$

Càlcul de la cavitació. Es calcula la pèrdua de càrrega entre la sortida de dipòsit fins a l'entrada de la bomba:

$$H_{1/2} = f \cdot \frac{L \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot \emptyset}$$

Substituint els valors:

$$H_{1/b} = 0{,}036 \cdot \frac{(4 + 2{,}48) \cdot 1{,}5^2}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}0401} = 0{,}66\ m$$

Per determinar si la bomba cavitarà és necessari calcular el NPSH (*Net Positive Suction Head*), que és l'altura positiva neta d'aspiració que podrà suportar la bomba sense cavitar:

$$NPSH_d = \frac{P_{abs}}{\gamma} - \left(\frac{P_{vap.aigua}}{\gamma} + H_a + H_{1/b}\right)$$

On:

- $\frac{P_{abs}}{\gamma}$: és la pressió absoluta (m.c.a)
- $\frac{P_{vap.aigua}}{\gamma}$: pressió de saturació de l'aigua (0,23 m)
- H_a: diferència de cotes entre dipòsit i entrada de bomba (m)
- $H_{1/b}$: pèrdua de càrrega entre dipòsit i entrada de bomba (m)

Substituint les dades, s'obté:

$$NPSH_d = 10{,}33 - (0{,}23 + 1 + 0{,}66) = 8{,}44\ m$$

Comprovació de no cavitació. Amb un cabal de 7,2 m^3/h (Figura 4.2) el NPSH necessari de la bomba és de 1,2 m

$$NPSH_d > NPSH_d \cdot 1{,}3 \rightarrow 8{,}44 > 1{,}2 \cdot 1{,}3 = 1{,}56$$

Després de realitzar aquests càlculs, s'ha comprovat que la bomba no cavitarà per a aquesta instal·lació.

4.2.18 Tamisadores rotatives

Es treballarà amb dues màquines que hauran de tenir una capacitat de treball mínima de 9,5 m^3/h entre les dues. Per tant, la capacitat productiva de cada màquina és de 4,75 m^3/h. La potència que consumeixen les tamisadores és de 5500 W. No obstant, el cabal resultant d'aquesta operació serà de:

$$\left(9{,}5\ \frac{m^3}{h} - 4{,}6\ \frac{m^3}{h}\right) \cdot \frac{1\ h}{3600\ s} = 0{,}00135 \frac{m^3}{s}$$

I la nova velocitat serà de:

$$Q = v \cdot s \rightarrow 0{,}00135 = v \cdot 0{,}0013$$

$$v = 1{,}03 \ \frac{m^3}{s}$$

4.2.19 Bomba 2

Aquesta bomba conduirà la suspensió de la tamisadora fins al tanc pulmó.

Les dades de la instal·lació són:

- Longitud de la instal·lació: 8 m
- Diferència de cotes: 0 m
- Pressió al tanc pulmó: 10,33 m.c.a
- Cabal: 0,00135 m^3/s
- Diàmetre de la canonada: 0,0401 m
- Singularitats: 2 colzes de 90º

S'utilitza la mateixa metodologia que per al càlcul de la bomba 1 (apartat 4.2.18). Per aquest motiu, s'indiquen únicament els càlculs realitzats amb les dades que són d'aplicació per a aquesta segona bomba.

Aplicant l'equació de Bernouilli s'obté:

$$0 + 0 + 0 + H_m = 0 + 0 + 10{,}33 + H_{1/2} \rightarrow H_m = 10{,}33 + H_{1/2}$$

El nombre de Reynolds és:

$$Re = \frac{4 \cdot 0{,}00135}{3{,}1416 \cdot 0{,}0401 \cdot 1{,}002 \cdot 10^{-5}} = 4{,}27 \cdot 10^3$$

La rugositat relativa (ε) de l'acer inoxidable és 0,0009. Amb el diagrama de Moody (Figura 4.1) es troba que f val 0,042. Si la K per a colzes de radi 90º és de 0,75, la longitud equivalent dels 2 colzes és:

$$L = \frac{0{,}75 \cdot 0{,}0597}{0{,}036} \cdot 2 = 2{,}48 \ m$$

La pèrdua de càrrega determinada amb l'equació de Darcy-Weisbach val:

$$H_{1/2} = 0{,}042 \cdot \frac{(10 + 2{,}48) \cdot 1{,}03^2}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}0401} = 0{,}7 \ m$$

$$H_m = 10{,}33 + H_{1/2} \rightarrow H_m = 10{,}33 + 0{,}7 = 11{,}03\ m$$

De la Figura 4.2 s'extreu que l'altura manomètrica és de 17 m i és més gran que la calculada anteriorment (11,03 m). Per tant, la bomba ha estat correctament seleccionada. El rendiment del grup de bombament és del 35%.

La potència necessària de la bomba és:

$$Pot = \frac{17 \cdot 998 \cdot 0{,}00135}{0{,}35 \cdot 75} = 0{,}87\ CV$$

Es passa de CV a W:

$$0{,}87\ CV \cdot \frac{0{,}735\ kW}{1\ CV} = 0{,}641\ kW = 641\ W$$

A continuació, s'efectua el càlcul de cavitació:

$$H_{1/b} = 0{,}042 \cdot \frac{(4 + 2{,}48) \cdot 1{,}03^2}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}0401} = 0{,}36\ m$$

Llavors es calcula el $NPSH_d$:

$$NPSH_d = 10{,}33 - (0{,}23 + 0 + 0{,}36) = 9{,}74\ m$$

Es comprova que la bomba no caviti considerant que amb un cabal de 4,36 m^3/h el NPSH necessari de la bomba és de 1 m (Figura 4.2)

$$NPSH_d > NPSH_d \cdot 1{,}3 \rightarrow 9{,}74 > 1 \cdot 1{,}3 = 1{,}3$$

Després de realitzar aquests càlculs, s'ha comprovat que la bomba no cavitarà per a aquesta instal·lació.

4.2.20 Dipòsit de fibra humida

Com s'observa en la Taula 4.1 sobre el balanç teòric de matèria en la iuca, es generen 32,5 kg fibra/h en els tamisos rotatius.

Taula 4.1 Balanç de matèria per 2500 kg iuca/h.

Iuca	***Iuca fresca***	***Midó al 12% h***	***Closca***	***Fibra***	***Aigua res.***
Carbohidrats	625	540	30	15	40
Fibra	50	0	12,5	32,5	5
Proteïnes	75	0,75	19,9	24,9	29,2
Altres	125	10	37,5	6,25	15
Aigua	1625	76,7	199,8	4615*	12041*
Total	2500	627,4	299,7	4693,6	12130

Font: Jaramillo Díaz.1992

Per tant, amb un programa productiu de 16 h/dia es generaran:

$$\frac{32{,}5\ kg}{h} \cdot \frac{16\ h}{dia} = \frac{520\ kg\ fibra}{dia}$$

Altrament, la quantitat de fibra produïda el final de l'any és:

$$\frac{520\ kg\ fibra}{dia} \cdot \frac{226\ dies}{any} = \frac{117520\ kg\ fibra}{any}$$

Comptant que la fibra té un 90% d'humitat i que la seva densitat és de 998 kg/m^3 es pot determinar el seu volum:

$$\frac{520\ kg\ fibra}{dia} \cdot \frac{1\ m^3}{998\ kg} = \frac{0{,}52\ m^3}{dia}$$

Assumint que el dipòsit tindrà una capacitat d'emmagatzematge de 15 dies, el seu volum ha de ser:

$$\frac{0{,}52\ m^3}{dia} \cdot 90\ dies = 46{,}8\ m^3\ de\ dipòsit$$

Es dimensionarà un dipòsit de 46,8 m^3 de tal manera que es faci una recollida del residu cada 3 mesos de treball.

4.2.21 Tanc pulmó

En aquest tanc s'afegirà més aigua per a facilitar l'extracció del midó. També és útil com a punt de retenció abans de conduir la suspensió a la centrífuga. A la sortida del tanc es fa una filtració per a retenir certes partícules.

Fins ara es treballava amb un volum de 0,00135 m^3/s, però una fracció petita s'ha quedat a la tamisadora i també s'ha afegit una petita quantitat d'aigua. Amb tot es pot considerar que el volum de treball que hi ha ara és el mateix que el que hi havia abans.

$$\frac{0{,}00135\ m^3}{s} \cdot \frac{60\ s}{1\ min} = \frac{0{,}081\ m^3}{min}$$

El volum del tanc necessari es pot calcular com:

$$V = V_0 + (q_e - q_s) \cdot t$$

On:

- V: és la capacitat del tanc (m^3)
- V_0: és el volum inicial (m^3)
- q_e: és el cabal d'entrada (m^3/min)

- q_s: és el cabal de sortida (m^3/min)
- t: és el temps (min)

Si se suposa un volum de 15 m^3, un cabal d'entrada de 0,081 m^3/min i un cabal de sortida de 0,05 m^3/min, aleshores el temps d'acumulació és:

$$15 = 0 + (0{,}081 - 0{,}05) \cdot t \rightarrow t = 483\, min \cong 8\, h$$

Per tant, seria necessari instal·lar un tanc pulmó de 15 m^3.

$$0{,}05 \frac{m^3}{min} \cdot \frac{min}{60\, s} = 8{,}33 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

4.2.22 Bomba 3

Aquesta bomba és necessària per conduir la suspensió des de el tanc pulmó fins a la centrífuga.

Les dades de la instal·lació on haurà de treballar aquesta bomba són:

- Longitud de la instal·lació: 8 m
- Diferència de cotes: 0 m
- Pressió al tanc pulmó: 10,33 m.c.a
- Cabal: $8{,}33 \cdot 10^{-4}$ m^3/s
- Diàmetre de la canonada: 0,0401 m
- Singularitats: 2 colzes de 90º

Utilitzant el mateix procediment que per al càlcul de les bombes precedents, s'obté el valor de les pèrdues de càrrega amb l'equació de Bernouilli:

$$0 + 0 + 0 + H_m = 0 + 0 + 10{,}33 + H_{1/2} \rightarrow H_m = 10{,}33 + H_{1/2}$$

El nombre de Reynolds serà el mateix que per a les altres bombes:

$$Re = \frac{4 \cdot 8{,}33 \cdot 10^{-4}}{3{,}1416 \cdot 0{,}0401 \cdot 1{,}002 \cdot 10^{-5}} = 2{,}63 \cdot 10^3$$

Com que el règim és laminar, el valor del coeficient de fricció f es calcula de la següent manera:

$$f = \frac{64}{Re} = \frac{64}{2{,}63 \cdot 10^{-3}} = 0{,}024$$

La longitud equivalent dels 2 colzes és de radi 90º és:

$$L = \frac{0{,}75 \cdot 0{,}0597}{0{,}036} \cdot 2 = 2{,}48\, m$$

Es calcula la velocitat del fluid:

$$8{,}33 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s} = v \cdot 0{,}0013 \rightarrow v = \ 0{,}64 \frac{m}{s}$$

La pèrdua de càrrega determinada amb l'equació de Darcy-Weisbach és:

$$H_{1/2} = 0{,}024 \cdot \frac{(10 + 2{,}48) \cdot 0{,}64^2}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}0401} = 0{,}15\ m \rightarrow H_m = 10{,}33 + \ H_{1/2}$$

Substituint:

$$H_m = 10{,}33 + \ 0{,}15 = 10{,}48\ m$$

De la Figura 4.2 s'extreu que l'altura manomètrica és de 17 m i és més gran que la calculada anteriorment (10,48 m). Per tant la bomba seleccionada ja va bé. El rendiment del grup de bombament és del 35%.

La potència necessària de la bomba serà:

$$Pot = \frac{17 \cdot 998 \cdot 8{,}33 \cdot 10^{-4}}{0{,}35 \cdot 75} = 0{,}53\ CV$$

Es passa de CV a W:

$$0{,}53\ CV \cdot \frac{0{,}735\ kW}{1\ CV} = 0{,}389\ kW = 389\ W$$

Es calcula la pèrdua de càrrega entre la sortida de dipòsit fins a l'entrada de la bomba per a determinar si hi ha cavitació:

$$H_{1/b} = 0{,}024 \cdot \frac{(4 + 2{,}48) \cdot 0{,}64^2}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}0401} \approx 0$$

Llavors es calcula el $NPSH_d$:

$$NPSH_d = \ 10{,}33 - (0{,}23 + 0 + 0) = 10{,}1\ m$$

Comprovació de no cavitació. Amb un cabal de 3 m^3/h el NPSH necessari de la bomba és de 1 m

$$NPSH_d \ > \ NPSH_d \cdot 1{,}3 \rightarrow 10{,}1 \ > \ 1 \cdot 1{,}3 = 1{,}3$$

Després de realitzar aquests càlculs, s'ha comprovat que la bomba no cavitarà per a aquesta instal·lació.

4.2.23 Centrífugues

El cabal de treball de procés és de $8{\cdot}33{\cdot}10^{-4}$ m^3/s, i s'opta per a treballar amb 2 centrífugues. Per tant cada centrífuga ha de tenir una capacitat de treball mínima de $4{,}16{\cdot}10^{-4}$ m^3/s. La potència que consumeixen és de 5500 W cadascuna.

4.2.24 Bomba 4

Aquesta bomba conduirà la suspensió de les centrífugues fins a la deshidratadora. Els càlculs per a aquesta instal·lació són els mateixos que per la bomba 3.

4.2.25 Deshidratadora

Aquesta màquina és una centrífuga que redueix de manera considerable la humitat i deixa les partícules de midó amb una humitat del 45% aproximadament.

Es parteix del cabal total de $8{\cdot}33{\cdot}10^{-4}$ m^3/s. Segons Jaramillo Díaz (1992), en l'operació de deshidratació s'elimina el 60% de l'aigua que contenia la suspensió. Suposant que el 80 % de la suspensió és aigua:

$$8{,}33 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s} \cdot 0{,}8 = 6{,}66 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s}$$

D'aquest 80% d'aigua se n'elimina el 60%:

$$6{,}66 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s} \cdot 0{,}6 = 3{,}99 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s}$$

Per tant, el cabal resultant després de la deshidratació és:

$$8{,}33 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s} - 3{,}99 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s} = 4{,}34 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s}$$

La potència que aquesta màquina consumeix és de 5500 W.

4.2.26 Ventiladors

Ja quasi arribant a la part final del procés, s'ha de fer un transport pneumàtic del midó al 45% d'humitat fins l'assecador final. La xarxa tindrà les següents característiques (Hermosilla i Soto, 2015):

- L'aire serà net així el compressor s'ubicarà a l'exterior de la nau
- Un ventilador impulsarà aire a la sortida del compressor
- L'aspiració del ventilador estarà protegida per una reixa.

Es calcula la densitat mitjana del midó al 45% d'humitat:

$$0{,}55\,\frac{625\ kg}{1\ m^3} + 0{,}45\,\frac{998\ kg}{1\ m^3} = \frac{792\ kg}{1\ m^3}$$

Segons Hermosilla i Soto (2015), s'utilitza una base fluida en que s'agafa una relació màssica que implicarà treballar a una sobrepressió de 2,5 bars:

$$\frac{kg\ midó}{kg\ aire} = 10$$

Es transforma aquesta relació màssica a volumètrica, dividint per les respectives densitats:

$$\frac{V_{\ midó}/d_{midó}}{V_{\ aire}/d_{aire}} = 10$$

Es substitueixen el valors:

$$\frac{\dfrac{V_{\ midó}}{792\,\dfrac{kg}{m^3}}}{\dfrac{V_{\ aire}}{1{,}22\,\dfrac{kg}{m^3}}} = 10 \rightarrow \frac{1{,}22 \cdot V_{\ midó}}{792 \cdot V_{\ aire}} = 1$$

$$1{,}22 \cdot V_{\ midó} = 7920 \cdot V_{\ aire}$$

Quedant una relació midó/aire:

$$1\ m^3\ de\ midó = 6491{,}8\ m^3\ d'aire$$

El cabal de midó que entra en el sistema pneumàtic de transport és de $4{,}34 \cdot 10^{-4}$ m^3/s, per tant el cabal d'aire que haurà de circular per aquest sistema és:

$$Q_{aire} = 6491{,}8 \cdot Q_{midó} = 6491{,}8 \cdot 4{,}34 \cdot 10^{-4} = 2{,}81\ \frac{m^3}{s}$$

S'instal·larà 1 sola línia, ja que en cabal d'aire ja és correcte. D'altra banda les velocitats recomanades per el transport de midó segons Hermosilla i Soto (2015) són:

$$V_{aire} = 20\ \frac{m}{s};\ V_{midó} = 12\ \frac{m}{s}$$

La secció de la canonada serà:

$$S_{aire} = \frac{Q}{V} = \frac{2{,}81\,\dfrac{m^3}{s}}{20\ \dfrac{m}{s}} = 0{,}14\ m^2$$

També es calcula la secció per el cabal de midó, que a efectes de càlcul es despreciable:

$$S_{midó} = \frac{Q}{V} = \frac{4{,}34 \cdot 10^{-4}\,\dfrac{m^3}{s}}{12\ \dfrac{m}{s}} \approx 0$$

La secció referent al midó es pot depreciar ja que el seu valor és molt petit. Mitjançant aquesta fórmula, es determina el diàmetre de cada canonada:

$$S = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \rightarrow 0{,}14 = \pi \cdot \frac{D^2}{4}$$

$$D = 0{,}42\ m$$

Com que el diàmetre de la canonada és molt gran, s'opta per instal·lar 4 canonades de 10 cm de diàmetre. La longitud total del transport pneumàtic des de la sortida de la deshidratadora fins al cicló és de 28 m. En aquesta instal·lació hi haurà 2 colzes i la K per a colzes de radi 90º és de 0,75. La viscositat cinemàtica de l'aire a una temperatura de 140º és de $1{,}79 \cdot 10^{-5}$.

El nombre adimensional de Reynolds es calcula com:

$$Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \emptyset \cdot \partial} = \frac{4 \cdot 2{,}81}{\pi \cdot 0{,}42 \cdot 1{,}79 \cdot 10^{-5}} = 475898{,}26$$

Si la canonada és d'acer inoxidable, la seva rugositat relativa (ε) és 0,0009. El coeficient de fricció es determina en el diagrama de Moody (Figura 4.1). En aquest cas, és 0,02. Amb les dades anteriors, ja es poden calcular les pèrdues, a partir de la següent fórmula:

$$\Delta P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot \left(f \cdot \frac{L}{D} + \sum k\right)$$

Substituint els valors:

$$\Delta P = \frac{1}{2} \cdot 0{,}89 \cdot 20^2 \cdot \left(0{,}02 \cdot \frac{28}{0{,}42} + \sum 0{,}75 \cdot 2\right) = 504{,}33\ Pa \frac{1\ bar}{10^5\ Pa} = 0{,}005\ bar$$

Les pèrdues resulten insignificants en comparació al gradient de pressions que ha de suportar el ventilador. En resum, té:

$$Q_{aire,linea} = \frac{2{,}81}{4\ canonades} \cdot \frac{m^3}{s} \cdot \frac{3600\ s}{1\ h} = 2529\ \frac{m^3}{h}$$

Convertint les unitats de bar a m.c.a:

$$\Delta P = 2{,}5\ bar \cdot \frac{10{,}2\ m.c.a.}{1\ bar} = 25.5\ m.c.a$$

En la Figura 4.3 es relacionen el cabal existent amb el diferencial de pressió a treballar. Amb aquestes dades es pot determinar la potència necessària del ventilador.

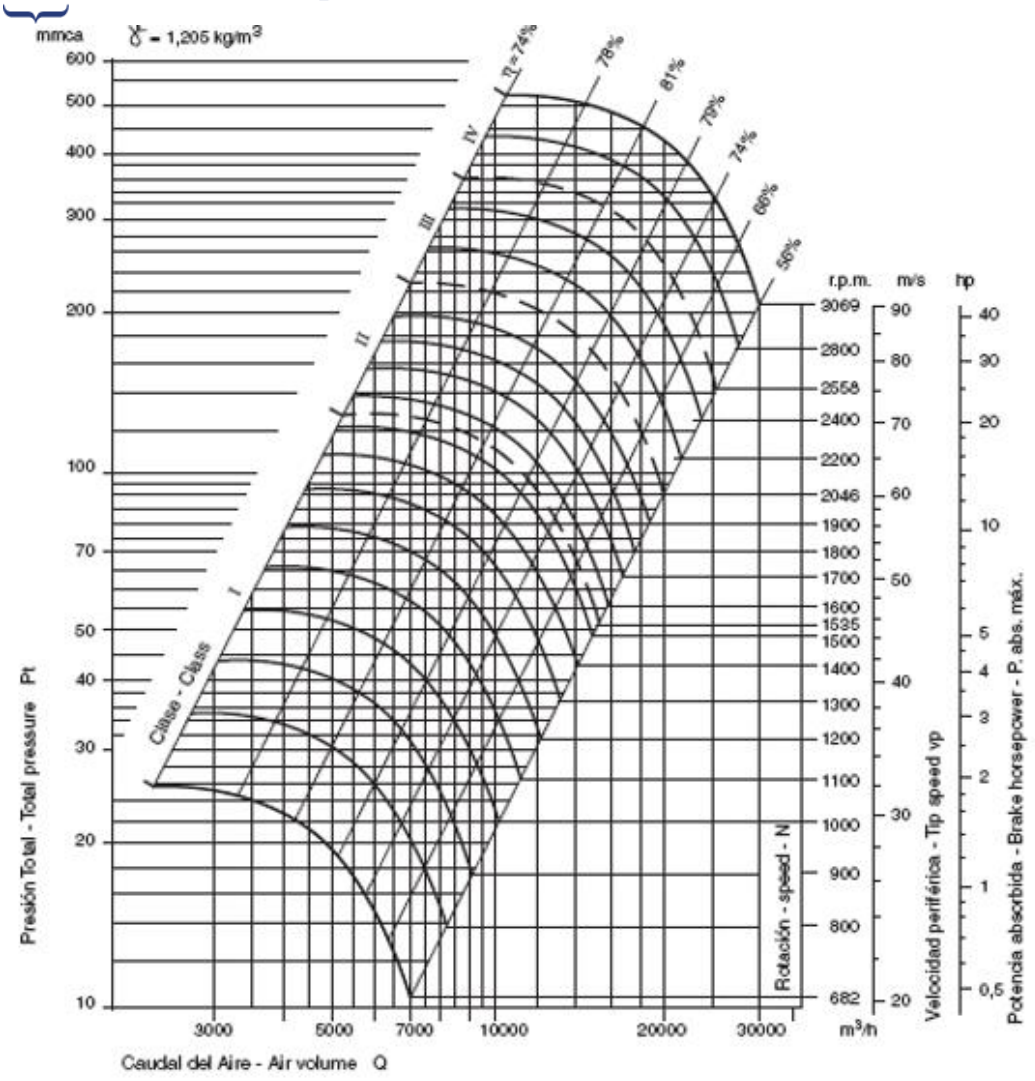


Figura 4.3. Gràfic per determinar la potència necessària d'un compressor. Font: JHG Ingeniería 2015

Mitjançant la Figura 4.3 s'ha determinat una potència de 0,4 cavalls de força (hp) per a cada ventilador, que equivalen a 298 W. La potència total del 4 ventiladors serà de 1193 W (550 W cada ventilador). No obstant, per a dimensionar la instal·lació elèctrica s'agafarà una potència total de 2200 W. D'altra banda, el cabal resultant de midó a una humitat del 12-14%, recuperant els càlculs de l'apartat 4.2.25:

$$6{,}66 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s} - 3{,}99 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s} = 2{,}67 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s}$$

Fins abans de la deshidratació hi havia aquest cabal d'aigua de $2{,}67 \cdot 10^{-4}$ m³/s.

En l'operació de deshidratació es passa de tenir una humitat del 45% a una humitat del 12% (33% de diferència) aproximadament:

$$2{,}67 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s} \cdot 0{,}88 = 2{,}34 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s}$$

Per tant s'ha de restar aquest cabal d'aigua que s'ha evaporat al cabal total que hi havia abans d'entrar al sistema pneumàtic:

$$4{,}34 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s} - 2{,}34 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s} = 2 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s}$$

4.2.27 Caldera

L'operació anterior també serveix per a fer l'assecatge final del midó fins a arribar a una humitat del 12-14%. Per a obtenir un midó d'aquestes característiques, s'ha de transportar amb un corrent d'aire que es trobi a uns 140ª. Seguidament es determinarà la calor que la caldera ha d'aportar:

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

On:

- m: és el cabal màssic de l'aire (kg/s)
- C_p: és el calor específic de l'aire (J/kg·K)
- ΔT: és el diferencial de temperatures (ºC)

Substituint s'obté:

$$Q = (2{,}81 \cdot 1012 \cdot (140 - 20)) = 341246{,}4\,\frac{J}{s}$$

La calor que haurà d'aportar la caldera per augmentar l'aire amb un cabal de 2,81 kg/m^3 fins a 140ºC és de 341246,4 J/s.

La biomassa que s'utilitzarà per alimentar la caldera són branques i troncs d'arbres de boscos frondosos subtropicals de Moçambic i que tenen un poder calorífic inferior de 3331 kcal/kg amb el 20% d'humitat (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2007). A continuació es realitza el càlcul de consum de biomassa de la caldera:

$$\frac{kg}{3331\,kcal} \cdot \frac{kcal}{4184\,J} \cdot \frac{341246{,}4\ J}{s} \cdot \frac{3600\,s}{h} = 88{,}14\,\frac{kg}{h}$$

Per tant, per alimentar la caldera i satisfer les necessitats del procés s'hauran de consumir 88,14 kg/h de biomassa.

4.2.28 Cicló

El cicló és un element que capta les partícules sòlides de midó contingudes en un corrent de gas a partir de la força centrífuga adquirida per les partícules al fer-les circular tangencialment per el

cos cilíndric del cicló. En resum, la seva funció és bàsicament la de separar les partícules més grosses de midó dels fins (Llop, 2005).

Les característiques que fan atractiva la seva construcció són: construcció senzilla, no té parts mòbils, pot operar a una gran pressió i temperatura, pot treballar a alts cabals de gas i amb altes concentracions de midó en pols, té un baix cost d'operació i una eficiència de separació relativament alta (Llop, 2005).

El corrent d'aire que arriba a la boca del cicló és de 2,81 m^3/s a una temperatura de 140º i a pressió atmosfèrica. El cabal de sòlid s'avalua en $2 \cdot 10^{-4}$ m^3/s, que equival a 0,125 kg/s i tenen una densitat de 625 kg/m^3. Per a les característiques de la instal·lació es vol que el cicló tingui una eficiència de 99,9%. El diàmetre de partícula és de 90 μm, la densitat de l'aire és de 0,85 kg/m^3 i la seva viscositat cinemàtica és de $2{,}185 \cdot 10^{-5}$ Pa·s. Per tal de dimensionar aquesta màquina en primer lloc es determina el valor de D_{50} utilitzant l'eficiència que es desitja a partir de la Figura 4.4:

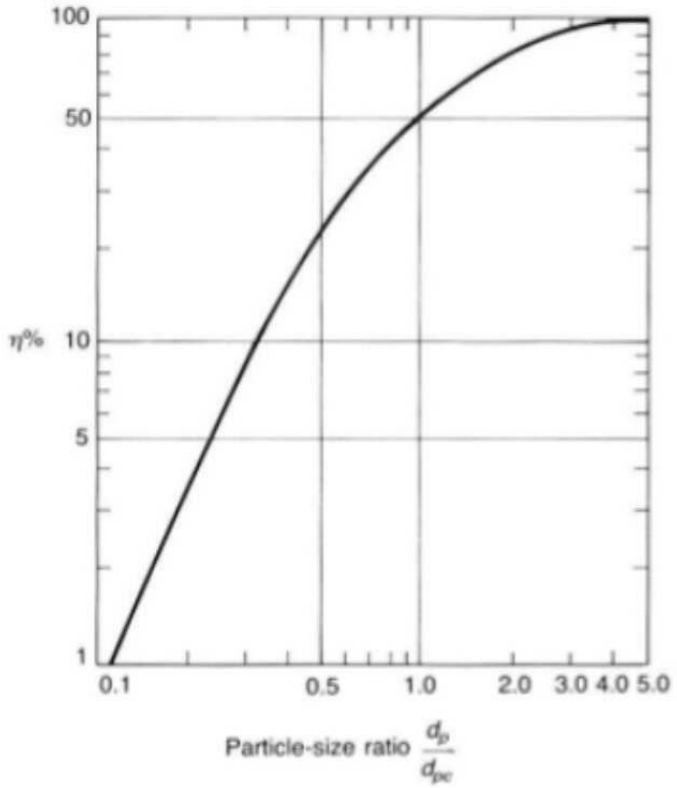


Figura 4.4 Gràfic que relaciona l'eficiència amb el diàmetre de partícules de tall i diàmetre de partícules. Font: (Lapple, 1939)

El valor obtingut és de 5, però s'ha de multiplicar per un factor de 2 (Lapple, 1939). Per tant ens donarà un valor de 10.

$$\frac{D_p}{D_{50}} = 10 \rightarrow \frac{90 \cdot 10^{-6}}{D_{50}} = 10$$

$$D_{50} = 9 \cdot 10^{-6}\, m$$

Es calcula el diàmetre del cicló a partir de la següent fórmula:

$$D_{50} = \sqrt{\frac{9 \cdot b \cdot \mu}{(\rho_p - \rho_g) \cdot \pi \cdot v \cdot u}}$$

On:

- D_{50}: és el diàmetre de tall del cicló (m)
- μ: és viscositat cinemàtica del corrent d'aire (m^2/s)
- ρ_p: és la densitat de la partícula (kg/m^3)
- ρ_g: és la densitat del gas (kg/m^3)
- b: és la relació que hi ha entre una constant i el diàmetre del cicló

$$\frac{b}{D} = 0{,}25$$

- u: és la relació que hi ha entre el cabal i a i b.

$$u = \frac{Q}{a \cdot b}$$

- v: és la relació que hi ha entre h i a

$$v = \frac{h}{a} = \frac{2}{0{,}5} = 4$$

Es calcula el terme u:

$$u = \frac{Q}{a \cdot b} = \frac{2{,}81}{0{,}25 \cdot D \cdot 0{,}5 \cdot D}$$

La fórmula queda amb la incògnita del diàmetre. Seguidament es substitueix a la fórmula del D_{50}:

$$9 \cdot 10^{-6} = \sqrt{\frac{9 \cdot 0{,}25 \cdot D \cdot 2{,}185 \cdot 10^{-5}}{(625 - 0{,}85) \cdot \pi \cdot 4 \cdot \frac{2{,}81}{0{,}25 \cdot D \cdot 0{,}5 \cdot D}}}$$

Donant com a resultat:

$$D = 0{,}66\, m \approx 1\, m$$

El diàmetre del cicló ha de ser de 1 m de diàmetre. Seguidament es determina si es compleix amb les recomanacions dels gasos de sortida, que el seu límit és de 100 mg/m^3. Aquest càlcul es realitza mitjançant concentracions. Primerament es calcula la concentració d'entrada de sòlids:

$$\frac{Q_{sòlids}}{Q_{aire} + Q_{sòlids}} = \frac{0{,}125\ \frac{kg}{s}}{2{,}81\frac{m^3}{s} + 2 \cdot 10^{-4}\frac{m^3}{s}} = 0{,}044\ \frac{kg}{m^3}$$

Tenint en compte l'eficiència (99,9%) i la concentració d'entrada de 0,044 kg/m^3, es pot calcular si es compleix amb les recomanacions de 100 mg/m^3.

$$0{,}044\ \frac{kg}{m^3} \cdot (1 - 0{,}999) = 0{,}000044\ \frac{kg}{m^3} = 44\ \frac{mg}{m^3}$$

Per tant, aquesta instal·lació compleix amb les recomanacions, ja que els gasos de sortida tenen una concentració de 44 mg/m^3.

4.2.29 Tanc de refredament

Aquest tanc té la funció de emmagatzemar el midó en un període de temps curt amb la finalitat de refredar-lo perquè pugi ser correctament envasat.

$$\frac{2 \cdot 10^{-4} m^3}{s} \cdot \frac{3600\ s}{1\ h} \cdot 16\ h = 11{,}52\ m^3$$

El volum del tanc serà de 100 m^3. S'agafa aquest valor, en cas de que s'estigués alguns dies sense envasar i produint midó de manera normal.

4.2.30 Cint transportadora

La funció d'aquesta cinta és la de portar el midó del tanc de refredament fins a la màquina envasadora. La capacitat mínima d'alimentació és de $2 \cdot 10^{-4}$ m^3/s.

4.2.31 Envasadora

La màquina envasadora rep el midó de la cinta transportadora i l'introdueix dins uns recipients el midó. La capacitat de treball d'aquesta envasadora ha de ser de $2 \cdot 10^{-4}$ m^3/s.

ANNEX V. – PROGRAMA PRODUCTIU

5.1.Introducció

En aquest annex es definirà el pla productiu de la indústria en el que es determinarà la producció anual que s'obtindrà, les necessitats de iuca, les necessitats d'envasos i les necessitats de mà d'obra que la planta necessita per a dur a terme aquesta producció.

5.2.Producció diària

Com ja s'ha especificat a l'annex 4 referent al dimensionament de la maquinària i de la instal·lació del procés, es va fixar un processament de iuca de 40 t/dia, amb 2 torns de treball de 8 hores cada un.

D'acord amb l'annex 4, el volum de midó que es produïa en un dia era de 11,52 m^3,els quals, convertits a massa, equivalen:

$$11{,}52\ m^3 \cdot \frac{625\ kg}{1\ m^3} = 7200 \frac{kg\ midó}{dia} = 7{,}2\ \frac{t\ midó}{dia}$$

Aquesta producció és la referent a 1 dia de treball. Ara cal determinar quants dies a l'any es treballa per a saber quina serà la producció anual. Cal esmentar que aquesta producció anual pot estar condicionada per l'estacionalitat de la iuca.

5.3.Condicionants del cultiu de la iuca

La iuca és una planta anual, és a dir, una planta que a l'acabar el seu cicle vegetatiu es mor. Segons Torres i Moreno (1999) la iuca pot ser plantada en qualsevol època de l'any, sempre i quan els nivells d'humitat i de calor siguin els òptims. La iuca aprofita aquesta humitat per al seu desenvolupament en les primeres etapes. Per tant, en el cas de Moçambic es recomana que la plantació es faci entrada l'època de pluges. Quan la sembra es realitzi en èpoques no tan humides, es pot afectar el correcte desenvolupament de la planta en els 120 primers dies de creixement (període crític), fent que apareguin plagues o malalties oportunistes.

No obstant això, amb un bon sistema d'abastament d'aigua les correccions d'humitat es podrien realitzar sense cap mena de problema. Ara bé, cal tenir en compte que Moçambic no és un país amb masses recursos tecnològics i amb poca mà d'obra qualificada, per la qual cosa això pot suposar un problema pel que fa al proveïment de matèria prima durant tot l'any.

El pla per a obtenir iuca durant els màxims mesos de l'any possibles és el de posar-se d'acord amb els camperols proveïdors d'aquesta matèria prima, de tal manera que es facin plantacions cada mes de l'any, exceptuant els dos mesos més desfavorables (agost i setembre) començant pel l'octubre (que és quan comencen les pluges) i acabant al juliol.

Tenint en compte que el cicle de la iuca per a usos industrials és de 10-12 mesos (Torres i Moreno, 1999), s'obtindria iuca durant tots els mesos de l'any a excepció de els mesos d'agost i setembre,

que són els mesos més desfavorables per a la plantació de iuca. La resta de mesos de l'època seca que es plantaria iuca és podria corregir les deficiències amb la poca tecnologia de que es disposa.

5.4.Programa productiu

En aquest apartat es definirà quina és la producció anual de midó processat, tenint en compte els mesos en els quals la planta pot rebre midó i quins dies setmanals es *treballa* així com els dies festius que Moçambic aplica.

Primerament, a la Taula 5.1. es definiran els dies festius que Moçambic disposa.

Taula 5.1. Dies festius que es celebren a Moçambic

Dia	***Festa***
1 de gener	*Dia da fraternidade universal*
3 de febrer	*Dia dos heróis moçambicanos*
7 de abril	*Dia da mulher moçambicana*
1 de maig	*Dia internacional dos trabalhadores*
25 de juny	*Dia da independência nacional*
7 de setembre	*Dia da Vitória*
25 de setembre	*Dia das forças armadas*
4 de octubre	*Dia da paz e da reconciliaçao*
25 de desembre	*Dia da família*

Font: Viquipèdia

Una vegada definits els dies festius de Moçambic, s'ha de procedir a determinar els dies feiners totals de l'any. Per això es definiran 6 dies laborals per els mesos que més iuca es rep, que sol ser a la segona meitat de l'any que a la vegada. Durant la resta de mesos de producció (10 mesos) hi haurà 5 dies feiners a la setmana.

Per tant, a la Taula 5.2. es mostren els mesos laborables totals a l'any així com el nombre de dies a treballar per mes agafant com a referència l'any 2016. També s'ha determinat la quantitat de midó que s'obtindrà cada mes de l'any.

Taula 5.2. Dies de treball de la planta de midó

Mes	***Nombre de dies laborables***	***Percentatge (%)***	***Quantitat de midó processat (kg)***
Gener	-	-	-
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	23	8,84	144000
Setembre	24	11,94	194400
Octubre	25	11,06	180000
Novembre	26	11,50	187200
Desembre	-	-	-
Total	**226**	**100**	**1627200**

Font: elaboració pròpia

Al final de l'any es treballaran 226 dies. Ara ja es pot procedir a fer la demostració dels càlculs realitzats en la Taula 5.2.

$$226\,\frac{dies}{any}\cdot\frac{7200\,kg\,midó}{dia}=1627200\,\frac{kg\,midó}{any}\approx 1627{,}2\,\frac{t\,midó}{any}$$

5.5.Necessitats de matèria primera

Sabent la quantitat de midó que s'obtindrà durant cada mes de l'any, ara resulta interessant tenir clar quina quantitat de matèria primera serà necessària per a produir el midó esmentat. Tenint com a base que cada dia que la indústria estigui en funcionament es processarà una quantitat de 40 t/dia.

Taula 5.3. 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

5.6.Necessitats d'envasos

Els envasos en els quals el midó serà introduït seran de paper multiplec. El midó envasat es presentarà en diferents formats, el pes dels quals serà de 1 kg, 5 kg i 25 kg. Aquests volums són destinats per a ser venuts a grans àrees comercials en les quals el seu consumidor final sigui persones per utilitzar-lo per a ús domèstic. No obstant això, gran part del midó obtingut es preveu que es destini a ús industrial, per la qual cosa el format d'aquests envasos anomenats *big bags* serà de 1000 kg.

Ara bé, cal preveure quina quantitat de cadascun dels envasos serà necessària cada 3 mesos per tal de envasar el midó produït. A les Taula 5.4. s'hi mostra la quantitat de bosses de cada tipologia que són necessàries per cada trimestre.

Taula 5.4. 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

5.7.Necessitats de mà d'obra

Per a poder produir la quantitat de midó de l'apartat 5.4. es necessita una determinada mà d'obra. Així, es definiran les quantitat de persones que es necessiten per al correcte funcionament de la planta així com les seves funcions a realitzar i la seva responsabilitat.

- **Gerent:** aquesta persona és la màxima responsable de la planta, la seva responsabilitat és la del correcte desenvolupament de totes les àrees de l'empresa. S'encarrega també de de designar els llocs de treball dels diferents departaments de l'empresa, realitzar avaluacions sobre el compliment dels objectius en els diferents departaments de l'empresa, plantejar i desenvolupar metes i objectius a curt i llarg termini i coordinar les oficines administratives per assegurar l'entrada correcte dels registres.
- **Administratiu/comptable:** per aquest càrrec hi haurà dues persones, sobre les quals recauran les funcions de portar el control dels llibres de comptabilitat, conciliacions bancàries, suport als auditors comptables, registre de pòlisses i arqueig de caixa.
- **Enginyer de planta:** aquesta persona s'encarregarà de totes les activitats relacionades amb el sistema productiu de la planta: fabricació, qualitat del producte, manteniment de la instal·lació i logística. Les seves funcions són les de implantar les estratègies de producció d'acord amb els objectius de gerència, planificar els programes de fabricació,

assegurar el bon funcionament de l'àrea d'aprovisionament i logística, planificar i organitzar el manteniment del procés de fabricació i les de liderar un equip humà.

- **Operari de planta:** les funcions a realitzar per part d'aquesta persona són les de fer un control visual de la iuca per determinar si la iuca conté alguna matèria estranya i en cas afirmatiu apartar-la de la línia de producció.
- **Operari de matèries primeres:** aquest operari s'encarrega de rebre la matèria primera, de tal manera que farà la comprovació de pes del camió que porta iuca i també comprovarà que la iuca és introduïda de manera correcta al dipòsit col·lector. Aquesta persona també rebrà la biomassa que s'ha d'introduir a la caldera i principalment la seva feina és la d'anar introduint aquesta biomassa a la caldera durant tota la jornada laboral.
- **Operari de manteniment:** aquesta persona s'encarregarà del manteniment general de la planta. L'operari tindrà coneixements de mecànica, electricitat i fontaneria per tal de solucionar els problemes que poden anar sorgint tant en el procés productiu o bé en altres àrees de l'empresa.
- **Operaris d'envasament:** hi haurà 2 operaris i la funció d'aquests és la de treballar a la zona d'envasament, ja que aquesta operació es realitza de manera manual.
- **Operari de magatzem:** la funció d'aquesta persona és la de portar tota la gestió de producte acabat, planificar les ubicacions en el magatzem, fer anar el carretó elevador i gestionar la càrrega del producte acabat a les empreses de logística
- **Tècnic de laboratori:** les funcions que recauen en el tècnic de laboratori són les de fer les anàlisis pertinents tant a la iuca com en el midó processat.

En la Figura 5.1. es mostra l'organigrama de la planta de midó:

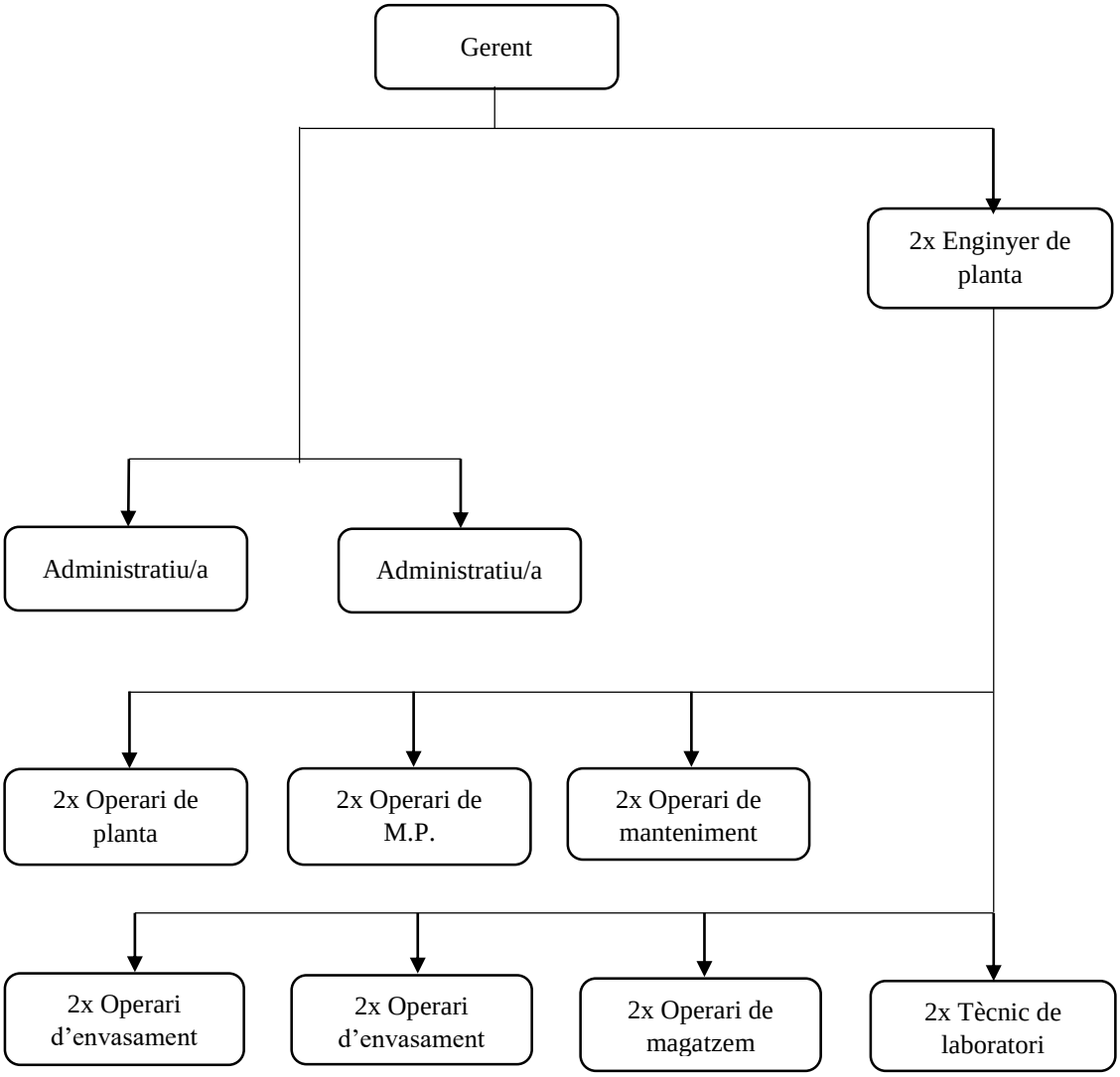


Figura 5.1. Organigrama de la planta de midó. Font:elaboració pròpia

ANNEX VI. – DISTRIBUCIÓ EN PLANTA DE LA INDÚSTRIA

6.1. Introducció

L'objectiu d'aquest annex és el de identificar les diferents zones de treball que s'hauran d'habilitar en aquesta indústria per tal del correcte desenvolupament de l'activitat industrial.

Perquè això sigui així es tindrà en compte quina és la idonietat entre la proximitat dels diferents espais, de tal manera que es dissenyarà una planta de processat que sigui funcional i estigui pensada per optimitzar el procés productiu.

No obstant això, el disseny d'aquesta distribució es veu condicionada per un factor determinant: el de la seguretat alimentària. El fet de introduir un producte d'aquestes característiques a la planta ja crea un problema en la distribució de la indústria. Per tant el que es busca és un equilibri entre la creació de zones de treball, el benestar dels treballadors i la seguretat del producte elaborat.

6.2. Identificació dels diferents espais

El primer pas que cal fer és el de definir quins són les diferents zones productives en les quals es vol treballar. En la Taula 6.1 s'exposen les diferents zones asmentades. Aquestes zones han estat pensades per un procés industrial d'obtenció de midó, amb les seves característiques particulars.

Taula 6.1 Identificació de les diferents zones de treball

Número	***Nom de la sala***	***Activitat/s***
1	Ofcines	Administrativa
2	Laboratori	Anàlisi del producte
3	Vestidors homes	-
4	Labavos homes	-
5	Magatzem de producte acabat	Emmagtzematge
6	Sala de màquines	Control instal·lació i caldera
7	Zona de producció	Producció
8	Sala de quadre elèctric	-
9	Vestidors dones	-
10	Lavabos dones	-
11	Passadís	-
12	Despatx	Administrativa

Font: elaboració pròpia

Una vegada definits aquests espais, ja és pot procedir a relacionar-los mitjançant la taula relacional.

6.3. Taula relacional de les sales de la indústria

La taula relacional és un quadre organitzat en diagonal en el que apareixen les correlacions entre cada sala, funció o sector i totes les altres activitats, avaluant la importància de la proximitat entre elles (Puig i Duran, 2014).

Cada casella de la taula està dividida horitzontalment en dues, la part superior representa el valor d'aproximació i la part inferior indica les raons que s'han induït a arribar aquest valor (Puig i Duran, 2014).

L'escala de valoració que s'utilitza per a fer la taula relacional es veu expresada en la Taula 6.2 i la Taula 6.3. Aquestes valoracions estan definides per una escala de lletres, que comprèn les lletres A, E, I, O, U i X definit-se de major importància a menor importància. Es complementa amb uns valors numèrics que expressen el motiu pel qual s'ha triat l'importància per a dues zones de treball.

Taula 6.2. Valoració de proximitats entre zones de treball

Codi	***Relació***
A	Absolutament necessària
E	Especialment important
I	Important
O	Ordinària
U	Sense importància
X	És aconsellable que no

Font: Puig i Duran 2014

Taula 6.3. Justificació de les valoracions de les proximitats

Número	***Motiu***
1	Personal comú
2	Contacte necessari
3	Complementarietat
4	Flux de matèria primera
5	Higiene

Font: Puig i Duran 2014

En la figura 6.1 es mostra la taula racional de la indústria, amb les relacions dels diferents espais de treball i els diferents graus d'importància. Per les característiques d'aquesta indústria, la distribució en planta es considera relativament senzilla. Això és degut principalment a que s'ha dissenyat de tal manera que només hi hagi una única zona productiva, ja que es creu que per la naturalesa del sistema productiu aportarà més funcionalitat.

De la figura 6.1 es desprèn que hi ha moltes zones que no guarden relació entre si, però n'hi ha algunes que sí. Les dues zones que guarden més relació són la zona de producció i el magatzem, com és obvi. Aquesta zona productiva també guarda estreta relació amb la sala de màquines, on

es troba la caldera, ja que és important que estigui a prop de l'operació d'assecatge. Per últim la zona productiva també té relació amb els vestidors, bàsicament per motius de comoditat amb els treballadors

D'altra banda, és interessant que el laboratori es trobi a prop tant de la zona de recepció (que es troba fora de l'edificació) com de la zona de producció per tal de poder agafar mostres de manera àgil i fàcil. Pel que fa a la resta de zones de treball, no guarden especial relació entre si.

Per últim, dir que el passadís és una zona pensada perquè faci de pont entre els diferents espais de la indústria, de tal manera que és de vital impòrtància que estigui en contacte amb varis espais.

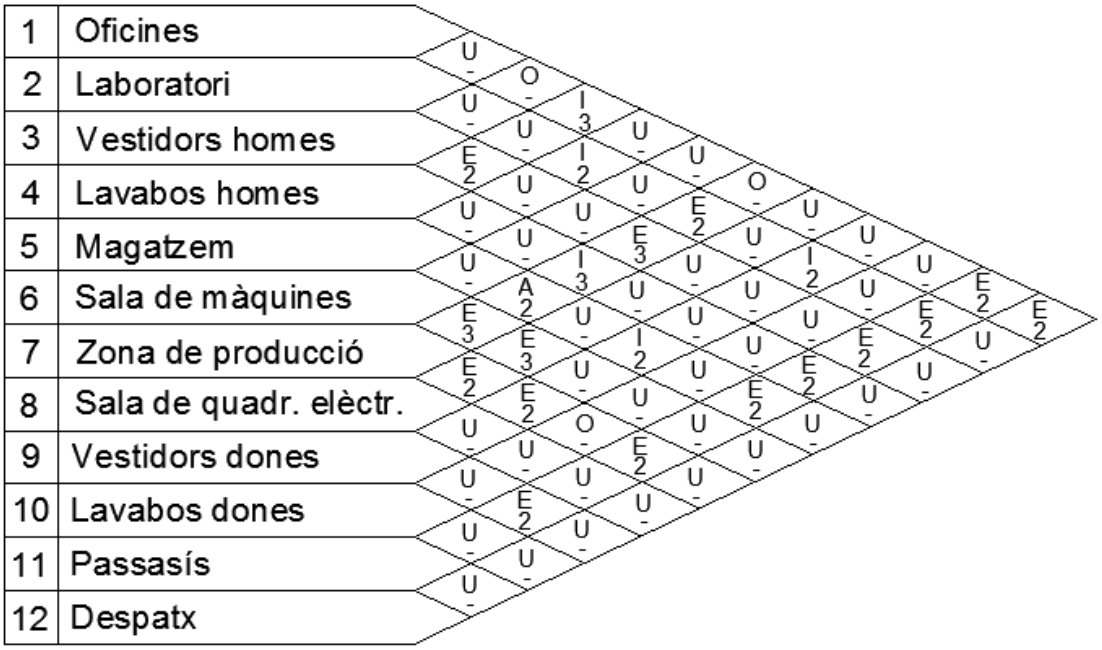


Figura 6.1 Taula relacional de les zones de treball Font: Adaptat de Muther (1961)

La distribució en planta fruit dels resultats indicats en la taula relacional de la figura 6.1. es mostra en el plànol 4.

No obstant això, cal dir que moltes de les operacions que es realiten en aquesta indústria s'executen fora de l'edificació. Aquesten operacions comprenen la recepció de la matèria primera, l'emmagatzematge a diposit exterior de la matèria primera, l'emmagatzematge dels subproductes derivats del procés, part de l'assecatge i la separació de partícules de midó sec (en el cicló).

ANNEX VII. – OBRA CIVIL

7.1.Introducció

L'objectiu d'aquest annex és el de definir les solucions constructives que millor s'adeqüin a les necessitats d'aquest projecte, sempre tenint en compte que el preu d'aquestes sigui el més competitiu.

D'altra banda es faran els dimensionaments de tot el sistema estructural necessaris per tal d'obtenir la seguretat necessària en aquesta obra d'enginyeria.

7.2.Dimensions i materials de la nau industrial

La nau que es projecta és de geometria rectangular, té unes dimensions totals de 60,7 m de llargada, 45 m d'amplada i una alçada de 12,4 m en el punt més alt . En l'annex 6 corresponent a la distribució en planta es va dividir 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 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 metres de llargada i 14,9 metres d'amplada.

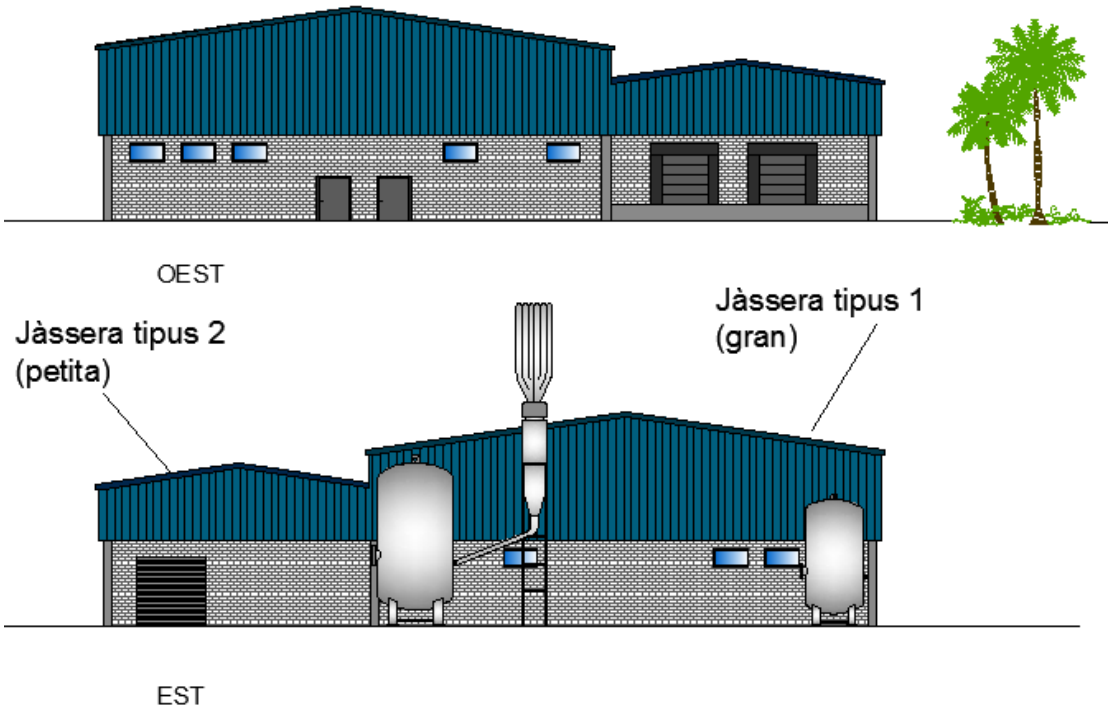


Figura 7.1. Vistes de l'alçat de la nau

La coberta de la nau estarà formada per planxes d'acer tipus sandvitx metàl·lic de dues greques amb ànima de llana de roca de gruix 50 mm. El carener serà de planxes d'acer plegades de 0,6 mm de gruix i 60 cm de desenvolupament i col·locat amb fixacions metàl·liques.

Les biguetes tindran una separació entre si de 1,25, ja que la longitud de la coberta inclinada és de 15,07 m, amb una inclinació del 15%. Aquestes seran de formigó pretensat amb armadura activa. El càlcul per a obtenir la separació entre biguetes és el següent:

$$S_b = \frac{l}{n^{\underline{o}}{}_b} = \frac{15{,}07}{12} = 1{,}25\ m$$

La nau comptarà amb un total de 11 pòrtics. Degut a la llum que s'ha de cobrir, s'ha escollit com a alternativa el tradicional pòrtic a 2 aigües; un pòrtic que abarateix els costos de l'estructura. Aquest pòrtic tindrà una pendent del 15%. Per tant els 11 pòrtics del mòdul gran tindran un llum de 30 metres i els 11 pòrtics del mòdul petit una llum de 15 metres.

Els pòrtics estan constituïts per jàsseres i pilars. Les jàsseres, seran prefabricades de formigó pretensat en forma de T invertida de cantell 40 cm.

Els pilars tipus 1 tenen unes dimensions de 50x50 cm, una alçada de 9,6 m i seran de formigó armat. Els pilars de tipus 2 tindran unes dimensions e 40x40 cm. La separació entre ells serà de 6 m, en excepció dels pilars que es troben en els extrems, on la seva separació serà de 6,25 m. Tot hi això, a efectes de càlcul s'utilitzarà la separació de 6 m.

La fonamentació estarà formada per sabates aïllades lligades entre si per riostes (bigues de lligat). Degut a les característiques de la nau, hi haurà 2 tipus de sabates, unes de dimensions 2,5 m x 2,5 m x1 m i les altres de 1,8x1,8x0,8 m.

Els tancaments exteriors seran de blocs foradats de morter de ciment, de dimensions 400 mm x 200 mm x 200 mm, amb relleu, gris amb components hidrofugants categoria 1 i col·locats amb morter de ciment amb additiu hidròfug 1:6 de ciment pòrtland amb filler calcari.

En la Figura 7.2. es poden observar on estan col·locades les sabates.

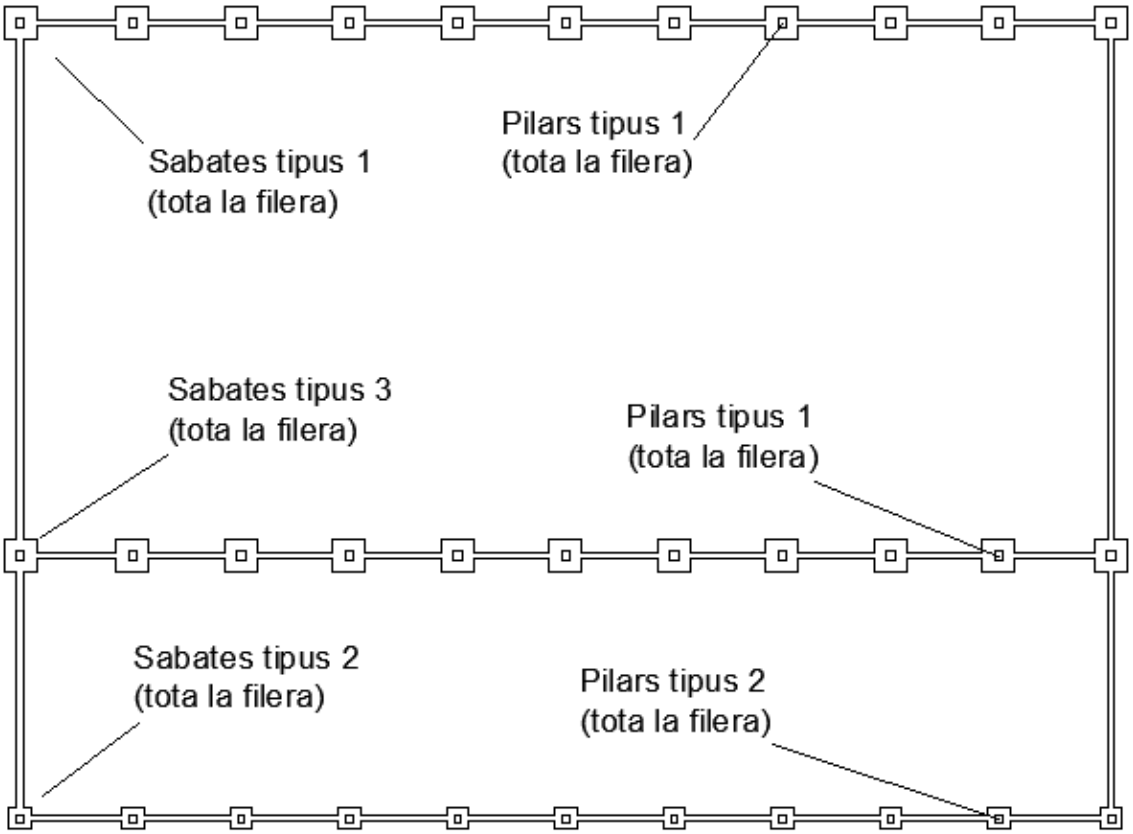


Figura 7.2. Vistes de la planta de la nau

7.3.Normativa utilitzada

La normativa que s'utilitza en aquest annex per a realitzar els càlculs és el Codi tècnic de l'edificació (CTE). Aquest estableix les exigències deuen complir els edificis en relació als requisits bàsics de seguretat.

El motiu perquè s'utilitza aquesta normativa és degut a la falta de reglaments moçambiquesos en relació a la seguretat estructural. Els documents que s'han utilitzat són:

- CTE-DB-SE-AE (Accions en l'edificació)
- CTE-DB-SE (Seguretat estructural)
- CTE-SE-C (Ciments)
- CTE-SE-F (fàbrica)

7.4.Característiques del terreny

El tipus de sol que predomina la província d'Inhambane, i que inclou el districte on s'ubicarà la nau industrial és el sorrenc fi i pot suportar una pressió de 20 N/cm^2 (1 m de profunditat de fonamentació), que equival a (Sasol, 2012):

$$20\frac{N}{cm^2}\cdot\frac{1\,kN}{1000\,N}\cdot\frac{10000\,cm^2}{m^2}=200\,\frac{kN}{m^2}$$

D'acord amb el CTE-DB-SE-C el terreny és del grup T1. És un terreny favorable per a la cimentació i amb poca variabilitat.

7.5.Determinció del pes propi dels elements estructurals

En aquest apartat es procedirà a definir quin és el pes propi de cada element estructural de la nau industrial. Aquests pesos serviran com a base de càlcul per a determinar el moment flector, el tallant i l'axial i llavors poder fer les comprovacions necessàries per saber d'idoneïtat d'usar aquests elements.

7.5.1.Coberta

Es considera un pes propi per a la coberta 11,13 kg/m^2.

$$11{,}13\frac{kg}{m^2}\cdot\frac{10\,N}{kg}\cdot\frac{1\,kN}{1000\,N}\cdot 1{,}25\,m=0{,}14\frac{kN}{m}$$

7.5.2.Bigues

Es considera un pes propi per a les bigues de 0,72 kN/m.

7.5.3.Jàsseras 1 (grans)

Per a una jàssera de 30 m de llum, es considera un volum de formigó de 8,45 m^3. Per tal de determinar el seu pes propi s'efectuen els següents càlculs:

$$8{,}53\,m^3\,formigó\cdot\frac{2400\,kg}{m^3}\cdot\frac{10\,N}{1\,kg}\cdot\frac{1\,kN}{1000\,N}\cdot\frac{1}{30\,m}=6{,}82\frac{kN}{m}$$

7.5.3.Jàsseras 2 (petites)

Per a una jàssera de 15 m de llum, es considera un volum de formigó de 2,23 m^3. Per tal de determinar el seu pes propi s'efectuen els següents càlculs:

$$2{,}23\,m^3\,formigó\cdot\frac{2400\,kg}{m^3}\cdot\frac{10\,N}{1\,kg}\cdot\frac{1\,kN}{1000\,N}\cdot\frac{1}{30\,m}=1{,}78\frac{kN}{m}$$

7.5.5.Pilars 1 (grans)

El pilar te unes dimensions de 50x50 cm. El pes propi d'aquest element estructural es desconeix, per la qual cosa és necessari fer una aproximació mitjançant els càlculs següents:

$$2400\frac{kg}{m^3}\cdot 0{,}5\,m\cdot 0{,}5\,m\cdot\frac{10\,N}{kg}\cdot\frac{1\,kN}{1000\,kg}=6\,\frac{kg}{m}$$

7.5.5.Pilars 2 (petits)

El pilar te unes dimensions de 40x40 cm. El pes propi d'aquest element estructural es desconeix, per la qual cosa és necessari fer una aproximació mitjançant els càlculs següents:

$$2400\frac{kg}{m^3}\cdot 0{,}4\,m\cdot 0{,}4\,m\cdot\frac{10\,N}{kg}\cdot\frac{1\,kN}{1000\,kg}=3{,}84\,\frac{kg}{m}$$

En la Taula 7.1. es mostra un resum dels pesos propis dels elements estructurals

Taula 7.1. Resum dels pesos propis dels elements estructurals

Element estructural	***Pes propi (kN/m)***
Coberta	0,14
Biga	0,29
Jàssera 1 (gran)	6,82
Jàssera 2 (petita)	1,78
Pilar 1 (gran)	6,00
Pilar 2 (petit)	3,84

Font. Elaboració pròpia

7.6.Determinació de les accions variables

Quan es vol dimensionar una nau industrial és necessari tenir en compte les accions externes que poden suposar una sobrecàrrega per al sistema estructural. Aquestes accions poden ser vàries, tals com el vent i l'ús. L'acció del vent no es contemplarà ja que és del tot improbable que nevi en un clima subtropical com és el de Moçambic.

Per a determinar aquestes accions es consultarà el document bàsic SE-AE del codi tècnic de l'edificació sobre la seguretat estructural.

7.6.1.Sobrecàrrega d'ús

Aquesta sobrecàrrega fa referència a tot objecte o persona que pugui gravitar per sobre de la coberta per raons de manteniment o d'altres. El valor s'extreu de la Taula 3.1. del document DB-SE-AE del CTE. S'agafa el valor de 0,4 kN/m^2, ja que la sobrecàrrega d'ús anirà lligada únicament a tasques de manteniment. Aquesta sobrecàrrega d'ús és adient passar-la a les mateixes unitats que les càrregues permanents:

$$0{,}4\frac{kN}{m^2}\cdot 1{,}25\ m = 0{,}5\frac{kN}{m}$$

7.6.2.Acció del vent

El vent és un element que en determinats moments por exercir una força en contra del sistema constructiu. La distribució i el valor de les pressions que exerceix el vent sobre l'edifici i les forces resultants depenen de la forma i de les dimensions de la construcció, de les característiques i de la permeabilitat de la superfície, així com de la direcció, la intensitat i les ratxes de vent.

Per a determinar aquesta sobrecàrrega, s'utilitzaran les següents fórmules, tant per el vent que bufa a succió com per el vent que bufa a pressió:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

On:

- q_e: és el vent a pressió o bé a succió
- q_b: és la pressió dinàmica del vent (0,5 kN/m^2)
- c_e: és el coeficient d'exposició
- c_p: és el coeficient de pressió

En la Taula 3.4. del document DB-SE-AE del CTE es troben els valors de c_e. En el cas d'aquesta indústria, s'agafarà un valor de 2,9, ja que té uns 12 metres d'alçada en el punt més alt i es troba en un terreny rural pla. En la Taula D. de cobertes a dues aigües del document DB-SE-AE del CTE es troben els valors de c_p. En aquest cas s'agafen els dos més desfavorables, que són els de 0,2 a pressió i de -0,7 a succió. Per a determinar l'angle d'inclinació de la coberta es realitza, tenint en compte que el percentatge d'inclinació és de 10:

$$tg_\alpha = 0{,}10 \rightarrow \alpha = arctg\ 0{,}10 = 6{,}34°$$

Per tant, el valor seleccionat referent al vent a pressió és de 0,2 i pel vent a succió de -1,7. Ara ja es pot procedir a fer el càlcul de l'acció del vent, en que es tindrà en compte la separació entre les biguetes, que és de 1,25.

$$q_e = 0{,}5 \cdot 2{,}9 \cdot 0{,}2 = 0{,}29\frac{kN}{m^2} \rightarrow 0{,}29\frac{kN}{m^2}\cdot 1{,}25\ m = 0{,}36\ \frac{kN}{m}$$

Substituint els valors a la fórmula:

$$q_e = 0{,}5 \cdot 2{,}9 \cdot (-1{,}7) = -2{,}46\frac{kN}{m^2}$$

$$-2{,}46\frac{kN}{m^2}\cdot 1{,}25\ m = -3{,}1\frac{kN}{m}$$

7.7.Combinació de les accions actuants

En aquest apartat es farà la determinació de la càrrega actuant més desfavorable mitjançant la combinació d'accions que proporcionen les fórmules presents en el CTE.

Equació de l'estat límit últim:

$$\sum_{j\geq}\gamma_{k,j}\cdot\ G_{k,j}+\ \gamma_P\cdot P+\gamma_{Q,1}\cdot Q_{k,1}+\sum_{j>1}\gamma_{Q,i}\cdot\ \Psi_{O,i}\cdot\ Q_{k,i}$$

On:

- $G_{k,j}$: són les càrregues permanents
- $\gamma_{k,j}$: és el coeficient parcial de seguretat
- P: és l'acció del pretensat
- γ_P: és el coeficient parcial de seguretat
- $Q_{k,1}$: és alguna de les accions variables
- $\gamma_{Q,1}$: és el coeficient parcial de seguretat
- $Q_{k,i}$: és alguna de les accions variables
- $\gamma_{Q,i}$: és el coeficient de parcial de seguretat
- $\Psi_{O,i}$: és el coeficient de simultaneïtat

En la Taula 4.1. del document DB-SE del CTE es mostren els valors dels coeficients parcials de seguretat. Pel que fa a les accions permanents s'agafen els coeficients de valor 1,35 i en les accions variables s'agafen els coeficients amb valor de 1,5. El valor dels coeficients de simultaneïtat serà de 0,6. A continuació, es mostra l'equació de la combinació d'accions més desfavorable:

$$Q = 0{,}43\cdot 1{,}35+0{,}5\cdot 1{,}5+(0{,}36\cdot 1{,}5\cdot 0{,}6+0\cdot 1{,}5\cdot 0{,}5-3{,}1\cdot 0\cdot 0{,}6) = 1{,}65\frac{kN}{m}$$

7.8.Comprovació de les biguetes

En aquest apartat es determinarà quin és el moment i tallant màxim que aquest element estructural pot suportar. Es comprova la càrrega a flexió per una biga birecolzada:

$$M = \frac{1}{8}\cdot q_b\cdot L^2 = \frac{1}{8}\cdot 1{,}65\cdot 6^2 = 7{,}42\ kN\cdot m$$

Es comprova la càrrega a càrrega tallant per una biga birecolzada:

$$V = \frac{q_b \cdot L}{2} = \frac{1{,}65 \cdot 6}{2} = 4{,}95\ kN$$

Es pot dir que el moment màxim que aquest element estructural pot suportar és de 7,42 kN/m i un tallant màxim de 4,95 kN.

7.9.Comprovació de les jàsseres 1 (grans)

En aquest apartat es determinarà quin és el moment i tallant màxim que aquest element estructural pot suportar. Es comprova la càrrega a flexió per una biga birecolzada, però primer de tot s'ha de tenir en compte el pes propi de la jàssera i la nova càrrega resultant:

$$q_j = \frac{n \cdot V}{L} + P$$

On:

- n: és la meitat del nombre de biguetes que suporta la jàssera
- V: és el tallant màxim que suporten les biguetes (kN)
- L: és la meitat de la longitud de la jàssera (m)
- P: és el pes propi de la jàssera

$$q_j = \frac{12 \cdot 4{,}95}{15} + 6{,}82 = 10{,}78\ \frac{kN}{m}$$

Es calcula el moment màxim que la jàssera suportarà:

$$M = \frac{1}{8} \cdot q_j \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 10{,}78 \cdot 30^2 = 1212{,}75\ kN \cdot m$$

Es calcula el tallant màxim que la jàssera suportarà:

$$V = \frac{q_j \cdot L}{2} = \frac{10{,}78 \cdot 30}{2} = 161{,}7\ kN$$

Per tant, es pot afirmar que aquest element estructural suportarà un moment màxim de 1212,75 kN/m i un tallant màxim de 161,75 kN.

7.10.Comprovació dels pilars 1 (grans)

En aquest apartat es determinarà l'axial màxim que el pilar podrà suportar. Com s'ha fet en la comprovació de la jàssera, s'ha de sumar el pes propi del pilar al tallant calculat que actua sobre la jàssera i s'agafaran les jàsseres grans per a fer el dimensionament del tots el pilars:

$$P_{pilar} = 6 \cdot 9{,}4 = 56{,}4\ kN$$

Llavors, es procedeix a calcular l'axial, sumant el tallant transmès per la jàssera i el pes propi del pilar.

$$N_d = 161{,}7 + 56{,}4 = 218{,}1\ kN$$

Per tant, es pot afirmar que l'axial màxim que el pilar podrà suportar és de 218,1 kN.

Acte seguit es fa la comprovació de l'esveltesa, calculant primer la longitud de vinclament en el cas d'una nau d'una sola planta suposant una longitud de costat de 0,5 m:

$$l_0 = 1{,}35 \cdot h = 1{,}35 \cdot 9{,}4 = 12{,}69\ m$$

Es substitueix el valor a la següent fórmula:

$$\lambda = \frac{l_0}{b} \leq 28{,}90\ ;\ \frac{12{,}69}{0{,}5} = 25{,}38 \leq 28{,}90$$

Pel que fa a l'esveltesa compleix. És interessant determinar quina és l'altura màxima que aquest pilar podria tenir:

$$1{,}35 \cdot h \leq 28{,}6 \cdot 0{,}5; h = 10{,}59\ m$$

L'altura màxima que podria tenir aquest pilar és de 10,59 m. L'última comprovació que se li realitza és la del moment màxim que pot suportar i que és provocat per el vent. En la Taula D.3 del document DB-SE-AE del CTE es determinen els valor d'acció del vent. És necessari primer calcular h/d per a determinar el coeficient d'acció del vent:

$$\frac{h}{d} = \frac{12{,}5}{30} = 0{,}41$$

Com que el coeficient és més proper a 0,25 que a 1, s'agafa el valor de 0,7. Ara és necessari tornar a calcula l'acció del vent amb el nou coeficient:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Substituint els valors:

$$q_e = 0{,}5 \cdot 2{,}9 \cdot 0{,}7 = 1{,}01\ \frac{kN}{m^2}$$

Es multiplica per la separació entre pòrtics:

$$q_e = 1{,}01\frac{kN}{m^2} \cdot 6\ m = 6{,}06\frac{kN}{m}$$

Ara resulta interessant calcular la càrrega actuant en el pilar provocat pel l'acció del vent a la coberta. El moment provocat per la força del vent lateral no és necessària calcular ja que els tancaments són de blocs de formigó, per la qual cosa ja absorbeixen aquesta força del vent.

$$F_v = \frac{1}{2} \cdot\ q_v \cdot s_p \cdot b \cdot sin\alpha$$

On:

- q_v: és la càrrega causada pel vent (kN/m^2)
- s_p: és la separació entre pòrtics (m)
- b: amplada de la jàssera (m)
- $sin\alpha$: és el sinus de l'angle que formen el pilar i la jàssera

$$F_v = \frac{1}{2} \cdot\ 1{,}01 \cdot 6 \cdot 30 \cdot sin10° = 14{,}21\ kN$$

D'aquesta càrrega es calcula el moment que apareix a la part superior del pilar:

$$M =\ F_v \cdot h$$

On:

- F_v: és la càrrega actuant a la coberta (kN)
- h: és l'altura del pilar (m)

$$M =\ 14{,}21 \cdot 9{,}4 = 133{,}66\ kN \cdot m$$

7.11.Dimensionament de la sabata 1

En aquest apartat es procedirà a fer el càlcul de les fonamentacions. En aquest cas la fonamentació és de caràcter superficial i les sabates seran aïllades. Els objectius són els de determinar que no es produeixi enfonsament i que no apareguin assentaments diferencials incompatibles amb el funcionament de l'estructura.

Les dimensions de la sabata 1 seran de 2,5 m x 2,5 m x 1 m. Es col·locaran 150 mm de formigó de neteja. La resistència característica del formigó (f_{ck}) és de 25 N/mm^2 i la resistència característica de l'acer (f_{yk}) és de 510 N/mm^2. Els coeficients parcials de seguretat són de 1,5 per

el formigó (γ_c) i de 1,15 per l'acer (γ_s). A continuació es fa un resum de les càrregues que hi ha en el pilar.

Sol·licitacions a la base del pilar:

- N = 218,1 kN
- M = 133,66 kN·m
- V = 14,21 kN

7.11.1. Comprovació de l'estabilitat de la sabata: bolc

El pilar transmet un moment i un tallant sobre la sabata que podrien provocar el seu bolcament. A continuació es comprova que la sabata no tingui problemes relacionant el moment estabilitzador i el moment provocat per el tallant:

$$M_{bde} = M + V \cdot h$$

On:

- M: és el moment flector
- V: és el tallant
- h: és l'alçada de la sabata

$$M_{bde} = 133{,}66 + 14{,}21 \cdot 1 = 147{,}87\ kN \cdot m$$

El moment estabilitzador es calcula mitjançant la següent expressió:

$$M_{est} = \left(N_d + P_p\right) \cdot \frac{a}{2}$$

On:

- N_d: és l'axial
- P_p: és el pes propi de la sabata
- a: és la longitud de la sabata

Substituint els valors:

$$M_{est} = (218{,}1 + 2{,}5\ m \cdot 2{,}5m \cdot 1\ m \cdot 24) \cdot \frac{2{,}5}{2} = 460{,}12\ kN \cdot m$$

S'ha de complir que:

$$\frac{M_{est}}{M_{bde}} \geq 1{,}5 \rightarrow \frac{460{,}12}{147{,}87} \geq 1{,}5$$

La sabata compleix i per tant no hi ha perill de bolcament d'aquesta.

7.11.2.Comprovació de l'estabilitat de la sabata: lliscament

L'expressió per a la comprovació a lliscament és la següent:

$$F_e = \left(N_d + P_p\right) \cdot tg\gamma_d$$

On:

- N_d: és l'axial
- P_p: és el pes propi de la sabata
- $tg\gamma_d$: és la tangent de l'angle intern de fregament

- $\gamma_d = \frac{2}{3} \cdot \gamma$
- $\gamma_{graves,sorres} = 30º$
- $\gamma_{argiles} = 20º$

Substituint els valors:

$$F_e = (218{,}1 + 2{,}5 \cdot 2{,}5 \cdot 1 \cdot 24) \cdot tg_{30^\circ} = 187{,}55\ kN$$

S'ha de complir que:

$$\frac{F_e}{V} \geq 1{,}5$$

On:

- F_e: és la força de fregament
- V: és el tallant

Substituint els valors:

$$\frac{187{,}55}{14{,}21} \geq 1{,}5$$

La sabata compleix i per tant no hi ha perill de lliscament.

7.11.3.Comprovació de l'estabilitat de la sabata: esfondrament

L'excentricitat s'expressa com:

$$e = \frac{M + V \cdot h}{N + P_p}$$

On:

- M: és el moment flector actuant
- V: és el tallant
- h: és l'altura de la sabata
- N: és l'axial
- P_p: és el pes propi de la sabata

Substituint els valors:

$$e = \frac{133{,}66 + 14{,}21 \cdot 1}{218{,}1 + (2{,}5 \cdot 2{,}5 \cdot 1 \cdot 24)} = 0{,}40$$

Llavors es realitza la següent relació:

$$\frac{2{,}5}{6} = 0{,}83$$

Taula 7.2. Determinació de la forma i de les tensions màxima i mínima en funció de l'excentricitat

Excentricitat	***Forma***	$\boldsymbol{\sigma_{màx}}$	$\boldsymbol{\sigma_{min}}$
$e \geq \frac{a}{6}$	Triangular	$\frac{4(N+P)}{3(a-2e)}$	0
$e \leq \frac{a}{6}$	Trapezoidal	$\frac{N+P}{a \cdot b}\left(1 + \frac{6 \cdot e}{a}\right)$	$\frac{N+P}{a \cdot b}\left(1 - \frac{6 \cdot e}{a}\right)$
$e = 0$	Rectangular	$\frac{N+P}{a \cdot b}$	$\frac{N+P}{a \cdot b}$

Font: Apunts de l'assignatura de Construccions i instal·lacions agroindustrials (2015)

Es determina quin és el repartiment d'esforços:

$$0{,}40 < 0{,}83 \rightarrow Trapezoidal$$

Es calcula la tensió màxima que pot actuar sobre el terreny per a una sabata trapezoïdal:

$$\boldsymbol{\sigma_{màx}} = \frac{N+P}{a \cdot b}\left(1 + \frac{6 \cdot e}{a}\right)$$

Substituint els valors s'obté:

$$\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{màx}} = \frac{218{,}1 + (2{,}5 \cdot 2{,}5 \cdot 1 \cdot 24)}{2{,}5 \cdot 2{,}5}\left(1 + \frac{6 \cdot 0{,}40}{2{,}5}\right) = 115{,}43\ \frac{kN}{m^2}$$

Es calcula la tensió mínima que pot actuar sobre el terreny per a una sabata trapezoïdal:

$$\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{min}} = \frac{N + P}{a \cdot b}\left(1 - \frac{6 \cdot e}{a}\right)$$

Substituint els valors:

$$\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{min}} = \frac{218{,}1 + (2{,}5 \cdot 2{,}5 \cdot 1 \cdot 24)}{2{,}5 \cdot 2{,}5}\left(1 - \frac{6 \cdot 0{,}40}{2{,}5}\right) = 2{,}35\ \frac{kN}{m^2}$$

Com que es tracta de una sabata trapezoïdal es comprova que:

$$\frac{\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{màx}}}{1{,}25} \leq \boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{adm}}$$

Substituint els valors:

$$\frac{115{,}43}{1{,}25} \leq 200\ \frac{kN}{m^2}$$

I també es comprova que:

$$\frac{\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{màx}} + \boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{min}}}{1{,}25} \leq \boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{adm}}$$

Substituint els valors:

$$\frac{115{,}43 + 2{,}35}{1{,}25} \leq 200\ \frac{kN}{m^2}$$

La sabata compleix, per tant no h ha perill d'esfondrament.

7.11.4. Determinació sabata rígida o flexible

Resulta interessant saber de quina naturalesa és la sabata, ja que en funció de quina sigui no es podrà procedir a construir-la. Si la tensió admissible del terreny és baixa (σ_{adm} < 200 kN/m^2) és recomanable dissenyar una sabata com a flexible. En cas contrari seria interessant dimensionar-la com a rígida (Arbat, 2015).

$$V_a = \frac{a - a_0}{2}\ ;\ V_b = \frac{b - b_0}{2}$$

On:

- a: és l'amplada de la sabata
- a_0: és l'amplada del pilar
- b: és l'amplada de la sabata

- b_0: és l'amplada del pilar

Una vegada s'ha efectuat aquest càlcul, es procedeix a fer la determinació de quin tipus de sabata és mitjançant les següents expressions:

$$Si \quad v > 2 \cdot h \ \ serà\, una\ sabata\ flexible$$

$$Si \quad v < 2 \cdot h \ \ serà\, una\ sabata\ rígida$$

Substituint els valors:

$$V_a = \frac{2{,}5 - \ 0{,}5}{2} = 1$$

Com que el pilar i la sabata tenen forma quadrada no és necessari calcular V_b. Es determina quin tipus de sabata és:

$$1 < 2 \cdot 1 = 2$$

Per tant, les sabates tipus 1 seran rígides.

7.11.5.Dimensionament de l'armat de la sabata tipus 1 (mètode de bieles i tirants)

Després de terminar les dimensions de la sabata i comprovar que compleix les condicions anterior, s'ha de procedir a dimensionar l'armat que la sabata portarà a dins. Aquest mètode que s'utilitza només és útil per a sabates rígides i en el cas d'aquesta estructura s'agafarà l'expressió per a càrrega cèntrica.

$$T_d = \frac{N_d}{2 \cdot (0{,}85 \cdot d)} \cdot \left(\frac{a}{4} \cdot \frac{a_0}{4}\right) = \frac{N_d}{6{,}8 \cdot d} \cdot (a - a_0) = \ A_s \cdot f_{yd}$$

On:

- N_d: és l'axial actuant (N)
- a: és la amplada (mm)
- d: és el cantell útil de la sabata (mm)
- a: és l'amplada de la sabata (mm)
- a_0: és l'amplada del pilar (mm)
- A_s: és l'àrea d'acer (mm^2)
- f_{yd}: és la resistència característica de l'acer (N/mm^2)

El cantell útil de la sabata omplert formigó, se li ha de restar el recobriment que hi ha entre la base de la sabata i l'armadura inferior, que és de 5 cm:

$$d = h - d' = 1000 - 50 = 950\, mm$$

Es calcula la resistència de càlcul:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{510}{1{,}15} = 443{,}47\ \frac{N}{mm^2}$$

Finalment es procedeix a calcular l'àrea d'acer (A_s):

$$\frac{213000}{6{,}8 \cdot 950} \cdot (2500 - 500) = A_s \cdot 443{,}47$$

Aïllant dona el següent resultat:

$$A_s = 152{,}26\, mm^2$$

Càlcul de la quantia geomètrica mínima:

$$\vartheta = \frac{A_s}{A_c} > 0{,}0018$$

On:

- A_s: és l'àrea d'acer
- A_c: és l'àrea de formigó

Per l'acer B400S s'agafa el valor ϑ de 0,0020 i per l'acer B500S s'agafa el valor ϑ de 0,0018. Primerament es calcula l'àrea de formigó de la sabata:

$$A_c = (1000 - 50) \cdot 2500 = 2375000\, mm^2$$

S'ha de complir que:

$$\frac{A_s}{2375000} > 0{,}0018 \rightarrow A_s = 4275\, mm^2$$

Càlcul de la quantia mecànica:

$$W = \frac{U_s}{U_c} = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} \geq 0{,}04$$

Primerament es calcula f_{cd}:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1{,}5} = 16{,}66\ \frac{N}{mm^2}$$

Es substitueixen els valors:

$$A_s \geq 0{,}04 \cdot 2375000 \cdot \frac{16{,}66}{443{,}47} = 3568{,}89\ mm^2$$

Finalment s'agafa l'àrea d'acer més gran de les 3 expressions calculades. En aquest cas és de 4275 mm^2. Una vegada se sap l'àrea d'acer a posar, es calcularà el nombre de rodons a col·locar a la sabata.

Es realitza el càlcul de l'àrea d'un rodó de diàmetre 16 mm:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{16^2 \cdot \pi}{4} = 201{,}06\ mm^2$$

Després es realitza el càlcul del nombre de rodons:

$$n = \frac{A_s}{A_{rodó}} = \frac{4275}{201} = 21{,}26\ rodons\ \cong 23\ rodons$$

La separació entre rodons serà:

$$S_r = \frac{2500}{22} = 113{,}63\ mm$$

7.11.6.Longitud d'ancoratge

L'ancoratge de l'armat a la sabata es realitza per a millorar l'adherència d'aquesta a la superfície. A continuació, es determinarà aquesta longitud i també l'acabament més adient per aquesta sabata.

Es calcula la l_b neta:

$$l_{b\ neta} = \beta \cdot l_b \cdot \frac{A_s}{A_{s\ real}}$$

Primerament es calcula l'àrea d'acer real:

$$A_{s\ real} = \frac{n \cdot \pi \cdot Ø^2}{4} = \frac{22 \cdot \pi \cdot 16^2}{4} = 4423{,}36\ mm^2$$

Es calculen i s'agafa l'element més gran dels 2:

$$l_b = m \cdot Ø^2 > \frac{f_{yk}}{20} \cdot Ø$$

En posició 1:

$$12 \cdot 16^2 = 307{,}2\ mm^2$$

$$\frac{510}{20} \cdot 16 = 408\, mm^2$$

S'agafa el valor de 408 mm^2:

$$l_{b\ neta} = 1 \cdot 408 \cdot \frac{4275}{4423{,}36} = 394{,}31\, mm$$

$$l_{b\ neta} \cdot 0{,}7 = 394{,}31 \cdot 0{,}7 = 276{,}02\, mm$$

També es realitza el següent càlcul:

$$\frac{L}{4} - 70 = 555\, mm$$

Per últim es realitza la comprovació:

$$555 > 394{,}31 \rightarrow prolongació\ recta\ de\ l'acer$$

7.12.Comprovació de la jàssera 2 (petita)

En aquest apartat es dimensionaran el moment i tallant màxim que la jàssera podrà suportar. Primer es comprova la càrrega a flexió per una biga birecolzada, però primer de tot s'ha de tenir en compte el pes propi de la jàssera i la nova càrrega resultant. En aquest cas, es muntaran 8 biguetes en comptes de 12 i a efectes de càlcul s'agafarà el valor del tallant actuant a la jàssera gran:

$$q_j = \frac{n \cdot V}{L} + P$$

Substituint els valors:

$$q_j = \frac{8 \cdot 4{,}95}{7{,}5} + 1{,}78 = 7{,}06\ \frac{kN}{m}$$

Es calcula el moment màxim que la jàssera treballarà:

$$M = \frac{1}{8} \cdot q_j \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 7{,}06 \cdot 15^2 = 198{,}56\, kN \cdot m$$

Es calcula el tallant màxim que la jàssera treballarà:

$$V = \frac{q_j \cdot L}{2} = \frac{7{,}06 \cdot 15}{2} = 52{,}95\, kN$$

7.13.Comprovació dels pilars 2 (petits)

En aquest apartat es determinarà si els pilars seleccionats aguanten la càrrega més desfavorable en un escenari hipotètic. Per això, s'agafaran les dades de la fitxa tècnica de la casa comercial. El pilar farà 7,6 m d'altura i la jàssera 0,4 m de cantell. Com s'ha fet en la comprovació de la jàssera, s'ha de sumar el pes propi del pilar al tallant calculat que actua sobre la jàssera i s'agafaran les jàsseres grans per a fer el dimensionament del tots el pilars:

$$P_{pilar} = 3{,}84 \cdot 7{,}6 = 29{,}18\ kN$$

Llavors es suma el tallant actuant transmès per ja jàssera i el pes propi del pilar:

$$N_d = 52{,}95 + 29{,}18 = 82{,}13\ kN$$

Acte seguit es fa la comprovació de l'esveltesa, calculant primer la longitud de vinclament en el cas d'una nau d'una sola planta suposant una longitud de costat de 0,4 m:

$$l_0 = 1{,}35 \cdot h = 1{,}35 \cdot 7{,}6 = 10{,}26\ m$$

Substituint els valors:

$$\lambda = \frac{l_0}{b} \leq 28{,}90\ ;\ \frac{10{,}26}{0{,}4} = 25{,}38 \leq 28{,}90$$

Pel que fa a l'esveltesa compleix. És interessant determinar quina és l'altura màxima que aquest pilar podria tenir:

$$1{,}35 \cdot h \leq 28{,}6 \cdot 0{,}4; h = 8{,}47\ m$$

L'altura màxima que podria suportar aquest pilar és de 8,47 m. L'última comprovació que se li realitza en el pilar és la del moment màxim que pot suportar i que és provocat per el vent. En la Taula D.3 del document DB-SE-AE del CTE es determinen els valor d'acció del vent. És necessari primer calcular h/d per a determinar el coeficient d'acció del vent:

$$\frac{h}{d} = \frac{9{,}5}{15} = 0{,}63$$

On:

- h: és el punt més alt de la jàssera
- d: és l'amplada de la jàssera

Com que el coeficient és més proper a 1, s'agafa el valor de -0,5, que a efectes de càlcul serà un valor positiu. Ara és necessari tornar a calcular l'acció del vent amb el nou coeficient:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Substituint els valors:

$$q_e = 0{,}5 \cdot 2{,}9 \cdot 0{,}5 = 0{,}72\ \frac{kN}{m^2}$$

Es multiplica per la separació entre pòrtics:

$$q_e = 0{,}72 \frac{kN}{m^2} \cdot 6\ m = 4{,}32 \frac{kN}{m}$$

Ara resulta interessant calcular la càrrega actuant en el pilar provocat pel l'acció del vent a la coberta. El moment provocat per la força del vent lateral no és necessari calcular-lo ja que els tancaments són de blocs de formigó, per la qual cosa ja absorbeixen aquesta força del vent.

$$F_v = \frac{1}{2} \cdot\ q_v \cdot s_p \cdot b \cdot sin\alpha$$

On:

- q_v: és la càrrega causada pel vent (kN/m^2)
- s_p: és la separació entre pòrtics (m)
- b: amplada de la jàssera (m)
- $sin\alpha$: és el sinus de l'angle que formen el pilar i la jàssera

$$F_v = \frac{1}{2} \cdot\ 0{,}72 \cdot 6 \cdot 15 \cdot sin10° = 5{,}06\ kN$$

D'aquesta càrrega es calcula el moment que apareix a la part superior del pilar:

$$M =\ F_v \cdot h$$

On:

- F_v: és la càrrega actuant a la coberta (kN)
- h: és l'altura del pilar (m)

$$M =\ 5{,}06 \cdot 7{,}6 = 38{,}52\ kN \cdot m$$

7.14.Dimensionament de la sabata 2

Les dimensions de la sabata seran de 1,8 m x 1,8 m x 0,8 m. Es col·locaran 150 mm de formigó de neteja. La resistència característica del formigó (f_{ck}) és de 25 N/mm^2 i la resistència característica de l'acer (f_{yk}) és de 510 N/mm^2. Els coeficients parcials de seguretat són de 1,5 per

el formigó (γ_c) i de 1,15 per l'acer (γ_s). A continuació es fa un resum de les càrregues que hi ha en el pilar.

Sol·licitacions a la base del pilar petit són:

- N = 82,13 kN
- M = 38,52 kN·m
- V = 5,06 kN

7.14.1. Comprovació de l'estabilitat de la sabata: bolc

El pilar transmet un moment i un tallant sobre la sabata que podrien provocar el seu bolcament. A continuació es comprova que la sabata no tingui problemes de bolcament relacionant el moment estabilitzador i el moment provocat per el tallant:

$$M_{bde} = M + V \cdot h$$

Substituint els valors:

$$M_{bde} = 38{,}52 + 5{,}06 \cdot 0{,}8 = 42{,}56\ kN \cdot m$$

El moment estabilitzador es calcula mitjançant la següent fórmula:

$$M_{est} = \left(N_d + P_p\right) \cdot \frac{a}{2}$$

Substituint els valors:

$$M_{est} = (82{,}13 + 1{,}8\ m \cdot 1{,}8\ m \cdot 0{,}8\ m \cdot 24) \cdot \frac{1{,}8}{2} = 129{,}90\ kN \cdot m$$

S'ha de complir que:

$$\frac{M_{est}}{M_{bde}} \geq 1{,}5 \rightarrow \frac{129{,}90}{42{,}56} \geq 1{,}5$$

La sabata compleix i per tant no hi ha perill de bolcament d'aquesta.

7.14.2.Comprovació de l'estabilitat de la sabata: lliscament

$$F_e = \left(N_d + P_p\right) \cdot tg\gamma_d$$

On:

- $\gamma_d = \frac{2}{3} \cdot \gamma$
- $\gamma_{graves,sorres} = 30º$
- $\gamma_{argiles} = 20º$

Substituint els valors:

$$F_e = (78{,}75 + 1{,}8 \cdot 1{,}8 \cdot 0{,}8 \cdot 24) \cdot tg_{30^\circ} = 73{,}54$$

S'ha de complir que:

$$\frac{F_e}{V} \geq 1{,}5 \rightarrow \frac{73{,}54}{5{,}06} \geq 1{,}5$$

La sabata compleix i per tant no hi ha perill de lliscament.

7.14.3.Comprovació de l'estabilitat de la sabata: esfondrament

L'excentricitat s'expressa com:

$$e = \frac{M + V \cdot h}{N + P_p}$$

Substituint els valors:

$$e = \frac{38{,}52 + 5{,}06 \cdot 0{,}8}{82{,}13 + (1{,}8 \cdot 1{,}8 \cdot 0{,}8 \cdot 24)} = 0{,}29$$

També es realitza la següent relació:

$$\frac{1{,}8}{6} = 0{,}3$$

Taula 7.3. Determinació de la forma i de les tensions màxima i mínima en funció de l'excentricitat

Excentricitat	***Forma***	$\sigma_{màx}$	σ_{min}
$e \geq \frac{a}{6}$	Triangular	$\frac{4(N+P)}{3(a-2e)}$	0
$e \leq \frac{a}{6}$	Trapezoidal	$\frac{N+P}{a \cdot b}\left(1 + \frac{6 \cdot e}{a}\right)$	$\frac{N+P}{a \cdot b}\left(1 - \frac{6 \cdot e}{a}\right)$
$e = 0$	Rectangular	$\frac{N+P}{a \cdot b}$	$\frac{N+P}{a \cdot b}$

Font: Apunts de l'assignatura de Construccions i instal·lacions agroindustrials (2015)

Per tant, el repartiment de forces és el següent:

$$0{,}29 \leq 0{,}3 \rightarrow Trapezoidal$$

Es calcula la tensió màxima que pot actuar sobre el terreny per a una sabata trapezoïdal:

$$\frac{N+P}{a \cdot b}\left(1 + \frac{6 \cdot e}{a}\right)$$

Substituint els valors:

$$\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{màx}} = \frac{82{,}13 + (1{,}8 \cdot 1{,}8 \cdot 0{,}8 \cdot 24)}{1{,}8 \cdot 1{,}8}\left(1 + \frac{6 \cdot 0{,}29}{1{,}8}\right) = 87{,}61\ \frac{kN}{m^2}$$

Es calcula la tensió mínima que pot actuar sobre el terreny per a una sabata trapezoidal:

$$\frac{N + P}{a \cdot b}\left(1 - \frac{6 \cdot e}{a}\right)$$

Substituint els valors:

$$\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{min}} = \frac{82{,}13 + (1{,}8 \cdot 1{,}8 \cdot 0{,}8 \cdot 24)}{1{,}8 \cdot 1{,}8}\left(1 - \frac{6 \cdot 0{,}29}{1{,}8}\right) = 1{,}48\ \frac{kN}{m^2}$$

Com que es tracta de una sabata trapezoïdal es comprova que:

$$\frac{\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{màx}}}{1{,}25} \leq \boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{adm}} \rightarrow \frac{87{,}61}{1{,}25} \leq 200\ \frac{kN}{m^2}$$

I també es comprova que:

$$\frac{\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{màx}} + \boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{min}}}{1{,}25} \leq \boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{adm}}$$

Substituint els valors:

$$\frac{87{,}61 + 1{,}48}{1{,}25} \leq 200\ \frac{kN}{m^2}$$

La sabata compleix, per tant no h ha perill d'esfondrament.

7.14.4 Determinació sabata rígida o flexible

$$V_a = \frac{a - a_0}{2}\ ;\ V_b = \frac{b - b_0}{2}$$

Substituint els valors:

$$V_a = \frac{1{,}8 - 0{,}4}{2} = 0{,}7$$

Una vegada s'ha efectuat aquest càlcul, es procedeix a fer la determinació de quin tipus de sabata és mitjançant les següents expressions:

$$Si\ \ v > 2 \cdot h\ \ serà\ una\ sabata\ flexible$$

$$Si\ \ v < 2 \cdot h\ \ serà\ una\ sabata\ rígida$$

Com que el pilar i la sabata tenen forma quadrada no és necessari calcular V_b. Es determina quin tipus de sabata és:

$$0{,}7 < 2 \cdot 0{,}8 = 1{,}6$$

Per tant, les sabates tipus 2 seran rígides.

7.14.5.Dimensionament de l'armat de la sabata tipus 2 (mètode de bieles i tirants)

Després de terminar les dimensions de la sabata i comprovar que compleix les condicions anterior, s'ha de procedir a dimensionar l'armat que la sabata portarà a dins. Aquest mètode que s'utilitza només és útil per a sabates rígides i en el cas d'aquesta estructura s'agafarà l'expressió per a càrrega cèntrica.

$$T_d = \frac{N_d}{2 \cdot (0{,}85 \cdot d)} \cdot \left(\frac{a}{4} \cdot \frac{a_0}{4}\right) = \frac{N_d}{6{,}8 \cdot d} \cdot (a - a_0) = A_s \cdot f_{yd}$$

El cantell útil de la sabata omplert formigó, se li ha de restar el recobriment que hi ha entre la base de la sabata i l'armadura inferior, que és de 5 cm:

$$d = h - d' = 800 - 50 = 750\ mm$$

Es calcula la resistència de càlcul:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{510}{1{,}15} = 443{,}47\ \frac{N}{mm^2}$$

Finalment es procedeix a calcular l'àrea d'acer (A_s):

$$\frac{82130}{6{,}8 \cdot 750} \cdot (1800 - 400) = A_s \cdot 443{,}47$$

Aïllant dóna el següent resultat:

$$A_s = 50{,}83\ mm^2$$

Càlcul de la quantia geomètrica mínima:

$$\vartheta = \frac{A_s}{A_c} > 0{,}0018$$

Per l'acer B400S s'agafa el valor ϑ de 0,0020 i per l'acer B500S s'agafa el valor ϑ de 0,0018. Primerament es calcula l'àrea de formigó de la sabata:

$$A_c = (800 - 50) \cdot 1800 = 1350000\ mm^2$$

S'efectua la següent comprovació:

$$\frac{A_s}{1350000} > 0{,}0018 \rightarrow A_s = 2430\ mm^2$$

Càlcul de la quantia mecànica:

$$W = \frac{U_s}{U_c} = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} \geq 0{,}04$$

Primerament es calcula el f_{cd}:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1{,}5} = 16{,}66\ \frac{N}{mm^2}$$

Finalment es substitueixen els valors:

$$A_s \geq 0{,}04 \cdot 1350000 \cdot \frac{16{,}66}{443{,}47} = 2028{,}63\ mm^2$$

Finalment s'agafa l'àrea d'acer més gran de les 3 expressions calculades. En aquest cas és de 2430 mm^2. Una vegada se sap l'àrea d'acer a posar, es calcularà el nombre de rodons a col·locar a la sabata.

Es realitza el càlcul de l'àrea d'un rodó de diàmetre 16 mm:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{16^2 \cdot \pi}{4} = 201\ mm^2$$

Després es realitza el càlcul del nombre de rodons:

$$n = \frac{A_s}{A_{rodó}} = \frac{2430}{201} = 12{,}08\ rodons\ \cong 14\ rodons$$

La separació entre rodons serà:

$$S_r = \frac{1800}{13} = 138{,}46\ mm$$

7.15.6.Longitud d'ancoratge

L'ancoratge de l'armat a la sabata es realitza per a millorar l'adherència d'aquesta a la superfície. Es determinarà la longitud d'ancoratge així com la forma que prendrà aquest ancoratge. En el cas de l'acabament en patilla (doblegat), s'utilitza la següent expressió:

$$0{,}7 \cdot l_b \leq \frac{L}{4} - 70 \leq l_b$$

On:

- l_b: longitud neta d'ancoratge

El càlcul de la l_b neta es realitza mitjançant:

$$l_{b\,neta} = \beta \cdot l_b \cdot \frac{A_s}{A_{s\,real}}$$

Primerament es càlcul l'àrea neta d'acer:

$$A_{s\,real} = \frac{n \cdot \pi \cdot Ø^2}{4} = \frac{13 \cdot \pi \cdot 16^2}{4} = 2613{,}8\,mm^2$$

També ess calculen les següents expressions:

$$l_b = m \cdot Ø^2 > \frac{f_{yk}}{20} \cdot Ø$$

En posició 1:

$$12 \cdot 16^2 = 19{,}2\,cm = 192\,mm$$

$$\frac{510}{20} \cdot 16 = 408\,mm$$

Es substitueixen els valors calculats:

$$l_{b\,neta} = 1 \cdot 408 \cdot \frac{2430}{2613{,}8} = 379{,}3\,mm$$

També es realitzen els següents càlculs:

$$l_{b\,neta} \cdot 0{,}7 = 379{,}3 \cdot 0{,}7 = 265{,}51\,mm$$

$$\frac{L}{4} - 70 = 380\,mm$$

Per últim, es realitza determinació de la tipologia d'ancoratge:

$$265{,}51 \leq 380 \leq 379{,}3 \cong 380 \rightarrow acabament\ en\ patilla$$

7.15.Dimensionament de la sabata tipus 3

Les dimensions de la sabata seran de 2,5 m x 2,5 m x 1 m. Es col·locaran 150 mm de formigó de neteja. La resistència característica del formigó (f_{ck}) és de 25 N/mm^2 i la resistència característica de l'acer (f_{yk}) és de 510 N/mm^2. Els coeficients parcials de seguretat són de 1,5 per el formigó (γ_c) i de 1,15 per l'acer (γ_s). A continuació es fa un resum de les càrregues que hi ha en el pilar.

L'axial a la base del pilar petit és:

$$N = 218{,}1\ (pilar\ gran) + 52{,}95\ (tallant\ jàssera\ petita) = 271{,}05\ kN$$

El moment a la base del pilar és el següent:

$$M = F_v \cdot h$$

On:

- F_v: és la força del vent actuant en el pilar gran (kN)
- h: és el diferencial d'altura entre els 2 pilars (m)

Substituint els valors:

$$M = 14{,}21 \cdot 1{,}6 = 22{,}73\ kN \cdot m$$

El tallant (V) és de 14,21 kN.

7.15.1. Comprovació de l'estabilitat de la sabata: bolc

El pilar transmet un moment i un tallant sobre la sabata que podrien provocar el seu bolcament. A continuació es comprova que la sabata no tingui problemes de bolcament relacionant el moment estabilitzador i el moment provocat per el tallant:

$$M_{bde} = M + V \cdot h$$

Substituint els valors:

$$M_{bde} = 22{,}73 + 14{,}21 \cdot 1 = 36{,}94\ kN \cdot m$$

El moment estabilitzador es calcula mitjançant la següent expressió:

$$M_{est} = \left(N_d + P_p\right) \cdot \frac{a}{2}$$

Substituint els valors:

$$M_{est} = (271{,}05 + 2{,}5\ m \cdot 2{,}5\ m \cdot 1\ m \cdot 24) \cdot \frac{2{,}5}{2} = 526{,}31\ kN \cdot m$$

S'ha de complir que:

$$\frac{M_{est}}{M_{bde}} \geq 1{,}5 \rightarrow \frac{271{,}05}{36{,}94} \geq 1{,}5$$

La sabata compleix i per tant no hi ha perill de bolcament d'aquesta.

7.14.2.Comprovació de l'estabilitat de la sabata: lliscament

$$F_e = \left(N_d + P_p\right) \cdot tg\gamma_d$$

- $\gamma_d = \frac{2}{3} \cdot \gamma$
- $\gamma_{graves,sorres} = 30º$
- $\gamma_{argiles} = 20º$

Substituint els valors:

$$F_e = (271{,}05 + 2{,}5 \cdot 2{,}5 \cdot 1 \cdot 24) \cdot tg_{30^\circ} = 214{,}53$$

S'ha de complir que:

$$\frac{F_e}{V} \geq 1{,}5 \rightarrow \frac{214{,}53}{14{,}21} \geq 1{,}5$$

La sabata compleix i per tant no hi ha perill de lliscament.

7.14.3.Comprovació de l'estabilitat de la sabata: esfondrament

L'excentricitat s'expressa com:

$$e = \frac{M + V \cdot h}{N + P_p}$$

Substituint els valors:

$$e = \frac{22{,}73 + 14{,}21 \cdot 1}{271{,}05 + (2{,}5 \cdot 2{,}5 \cdot 1 \cdot 24)} = 8{,}77 \cdot 10^{-2}$$

També es calcula la següent relació:

$$\frac{2{,}5}{6} = 0{,}41$$

Taula 7.4. Determinació de la forma i de les tensions màxima i mínima en funció de l'excentricitat

Excentricitat	***Forma***	$\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{màx}}$	$\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{min}}$
$e \geq \frac{a}{6}$	Triangular	$\frac{4(N+P)}{3(a-2e)}$	0
$e \leq \frac{a}{6}$	Trapezoidal	$\frac{N+P}{a \cdot b}\left(1+\frac{6 \cdot e}{a}\right)$	$\frac{N+P}{a \cdot b}\left(1-\frac{6 \cdot e}{a}\right)$
$e = 0$	Rectangular	$\frac{N+P}{a \cdot b}$	$\frac{N+P}{a \cdot b}$

Font: Apunts de l'assignatura de Construccions i instal·lacions agroindustrials (2015)

Es determina la distribució de càrregues de la sabata:

$$8{,}77 \cdot 10^{-2} \leq 0{,}41 \rightarrow \ Trapezoidal$$

Es calcula la tensió màxima que pot actuar sobre el terreny per a una sabata trapezoïdal:

$$\frac{N+P}{a \cdot b}\left(1+\frac{6 \cdot e}{a}\right)$$

Substituint els valors:

$$\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{màx}} = \frac{271{,}05 + (2{,}5 \cdot 2{,}5 \cdot 1 \cdot 24)}{2{,}5 \cdot 2{,}5}\left(1+\frac{6 \cdot 8{,}77 \cdot 10^{-2}}{2{,}5}\right) = 81{,}54 \ \frac{kN}{m^2}$$

Es calcula la tensió mínima que pot actuar sobre el terreny per a una sabata trapezoïdal:

$$\frac{N+P}{a \cdot b}\left(1-\frac{6 \cdot e}{a}\right)$$

Substituint els valors:

$$\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{min}} = \frac{271{,}05 + (2{,}5 \cdot 2{,}5 \cdot 1 \cdot 24)}{2{,}5 \cdot 2{,}5}\left(1-\frac{6 \cdot 8{,}77 \cdot 10^{-2}}{2{,}5}\right) = 53{,}18 \ \frac{kN}{m^2}$$

Com que es tracta de una sabata trapezoïdal es comprova que:

$$\frac{\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{màx}}}{1{,}25} \leq \ \boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{adm}} \rightarrow \frac{81{,}54}{1{,}25} \leq \ 200 \ \frac{kN}{m^2}$$

I també es comprova que:

$$\frac{\boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{màx}} + \boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{min}}}{1{,}25} \leq \ \boldsymbol{\sigma}_{\boldsymbol{adm}}$$

Substituint els valors:

$$\frac{81{,}54 \ + \ 53{,}18}{1{,}25} \leq \ 200 \ \frac{kN}{m^2}$$

La sabata compleix, per tant no h ha perill d'esfondrament.

7.15.4 Determinació sabata rígida o flexible

$$V_a = \frac{a - a_0}{2} \; ; \; V_b = \frac{b - b_0}{2}$$

Substituint els valors:

$$V_a = \frac{2{,}5 - 0{,}5}{2} = 1$$

Una vegada s'ha efectuat aquest càlcul, es procedeix a fer la determinació de quin tipus de sabata és mitjançant les següents expressions:

$$Si \quad v > 2 \cdot h \;\; ser\grave{a}\; una\; sabata\; flexible$$

$$Si \quad v < 2 \cdot h \;\; ser\grave{a}\; una\; sabata\; r\acute{i}gida$$

Com que el pilar i la sabata tenen forma quadrada no és necessari calcular V_b. Es determina quin tipus de sabata és:

$$1 < 2 \cdot 1 = 2$$

Per tant, les sabates de tipus 3 seran rígides.

7.15.5.Dimensionament de l'armat de la sabata tipus 2 (mètode de bieles i tirants)

Després de determinar les dimensions de la sabata i comprovar que compleix les condicions anteriors, s'ha de procedir a dimensionar l'armat que la sabata portarà a dins. Aquest mètode que s'utilitza només és útil per a sabates rígides i en el cas d'aquesta estructura s'agafarà l'expressió per a càrrega cèntrica.

$$T_d = \frac{N_d}{2 \cdot (0{,}85 \cdot d)} \cdot \left(\frac{a}{4} \cdot \frac{a_0}{4}\right) = \frac{N_d}{6{,}8 \cdot d} \cdot (a - a_0) = A_s \cdot f_{yd}$$

El cantell útil de la sabata omplert formigó, se li ha de restar el recobriment que hi ha entre la base de la sabata i l'armadura inferior, que és de 5 cm:

$$d = h - d' = 1000 - 50 = 850\; mm$$

Es calcula la resistència de càlcul:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{510}{1{,}15} = 443{,}47\; \frac{N}{mm^2}$$

Finalment es procedeix a calcular l'àrea d'acer (A_s):

$$\frac{262570}{6{,}8 \cdot 950} \cdot (2500 - 500) = A_s \cdot 443{,}47$$

Aïllant dóna el següent resultat:

$$A_s = 189{,}22 mm^2$$

Càlcul de la quantia geomètrica mínima:

$$\vartheta = \frac{A_s}{A_c} > 0{,}0018$$

Per l'acer B400S s'agafa el valor ϑ de 0,0020 i per l'acer B500S s'agafa el valor ϑ de 0,0018. Primerament es calcula l'àrea de formigó de la sabata:

$$A_c = (1000 - 50) \cdot 2500 = 2375000\, mm^2$$

Es comprova que:

$$\frac{A_s}{2375000} > 0{,}0018 \rightarrow A_s = 4275\, mm^2$$

Càlcul de la quantia mecànica:

$$W = \frac{U_s}{U_c} = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} \geq 0{,}04$$

Primerament es calcula f_{cd}:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1{,}5} = 16{,}66\, \frac{N}{mm^2}$$

Es substitueixen els valors:

$$A_s \geq 0{,}04 \cdot 2375000 \cdot \frac{16{,}66}{443{,}47} = 3541{,}85\, mm^2$$

Finalment s'agafa l'àrea d'acer més gran de les 3 expressions calculades. En aquest cas és de 4275 mm^2. Una vegada se sap l'àrea d'acer a posar, es calcularà el nombre de rodons a col·locar a la sabata.

Es realitza el càlcul de l'àrea d'un rodó de diàmetre 16 mm:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{16^2 \cdot \pi}{4} = 201\, mm^2$$

Després es realitza el càlcul del nombre de rodons:

$$n = \frac{A_s}{A_{rodó}} = \frac{4275}{201} = 21{,}26\ rodons\ \cong 23\ rodons$$

La separació entre rodons serà:

$$S_r = \frac{2500}{22} = 113{,}63\ mm$$

7.15.6.Longitud d'ancoratge

L'ancoratge de l'armat a la sabata es realitza per a millorar l'adherència d'aquesta a la superfície. En aquest apartat es calcularà la longitud d'ancoratge així com la forma d'acabament d'aquest ancoratge.

La l_b neta es calcula mitjançant la següent expressió:

$$l_{b\ neta} = \beta \cdot l_b \cdot \frac{A_s}{A_{s\ real}}$$

Primerament es calcula l'àrea d'acer neta:

$$A_{s\ real} = \frac{n \cdot \pi \cdot Ø^2}{4} = \frac{22 \cdot \pi \cdot 16^2}{4} = 4423{,}36\ mm^2$$

També es calculen les següents expressions:

$$l_b = m \cdot Ø^2 > \frac{f_{yk}}{20} \cdot Ø$$

En posició 1:

$$12 \cdot 16^2 = 307{,}2\ mm^2$$

$$\frac{510}{20} \cdot 16 = 408\ mm^2$$

S'agafa el valor més gran dels 2:

$$l_{b\ neta} = 1 \cdot 408 \cdot \frac{4275}{4423{,}36} = 394{,}31\ mm$$

Finalment es calculen també aquestes expressions:

$$l_{b\ neta} \cdot 0{,}7 = 394{,}31 \cdot 0{,}7 = 276{,}02\ mm$$

$$\frac{L}{4} - 70 = 555\ mm$$

Per últim es calcula la tipologia d'ancoratge que es tindrà:

$$555 > 394{,}31 \rightarrow prolongació\ recta$$

7.9.Dimensionament de la biga de travament i de l'armat

En aquest apartat es dimensionarà l'armat que es trobarà a l'interior de la biga de travament, que és l'element que fa d'enllaç entre pilars. La base mínima de la biga de travament és de 25 cm i aquesta ha de tenir forma quadrada

Primerament es calcula la base de la biga de travament:

$$a = \frac{L}{20}$$

On:

- L: és la distància entre pòrtics (mm)

$$a = \frac{5500}{20} = 275\ mm$$

No obstant, s'agafarà la mesura de 350 mm ja que la pala de l'excavadora no pot realitzar perforacions tant poc amples. Ara és interessant calcular primerament la resistència al sisme de l'armadura. S'agafarà l'axial més desfavorable i es dimensionarà totes les riostes per igual:

$$A_s \cdot f_{yd} \geq \ 0{,}1 \cdot N_d$$

Es substitueixen els valors:

$$A_s \cdot 443{,}47 \ \geq \ 0{,}1 \cdot 271050 \rightarrow A_s = 61{,}12\ mm^2$$

També és necessari calcular la resistència a la fissuració:

$$A_s \cdot f_{yd} \geq 0{,}15 \cdot a^2 \cdot f_{cd}$$

Es substitueixen els valors:

$$A_s \cdot 443{,}47 \ \geq 0{,}15 \cdot 350^2 \cdot 16{,}66 \rightarrow A_s = 690{,}3\ mm^2$$

Càlcul de la quantia mecànica mínima:

$$W = \frac{U_s}{U_c} = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} \geq 0{,}04$$

Càlcul de A_c:

$$A_c = 350\ mm \cdot 350\ mm = 122500\ mm^2$$

Llavors es realitza el càlcul de A_s:

$$\frac{A_s \cdot 443{,}47}{122500 \cdot 16{,}66} \geq 0{,}04 \rightarrow A_s = 184{,}08\ mm^2$$

Càlcul de la quantia geomètrica mínima:

$$\frac{A_s}{A_c} > 0{,}0018$$

Substituint:

$$\frac{A_s}{122500} > 0{,}0018 \rightarrow A_s = 220{,}5\ mm^2$$

S'agafa el valor de As més gran dels 4 valors calculats. En aquest cas és de 690,3 mm^2. Es realitza el càlcul de l'àrea d'un rodó de diàmetre 16 mm:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{16^2 \cdot \pi}{4} = 201\ mm^2$$

Després es realitza el càlcul del nombre de rodons:

$$n = \frac{A_s}{A_{rodó}} = \frac{690{,}3}{201} = 3{,}43\ rodons\ \cong 4\ rodons$$

La biga de travament tindrà 5 rodons dels quals 2 aniran muntats a la part superior i 3 a la part inferior. Ara es calcularà la separació dels estreps de la biga de travament. La recomanació general és que st ≤ 300 mm. D'acord amb el EHE 2008 ha de ser st ≤ 500 mm o bé st ≤ 0,8·d. Per tant el càlcul de separació entre estreps es realitzarà de la següent manera:

$$st\ \leq 0{,}8 \cdot d$$

Substituint:

$$st\ \leq 0{,}8 \cdot 350 = 280\ mm$$

Càlcul del diàmetre dels estreps:

$$\emptyset st = \frac{1}{4} \emptyset màx\ barra\ comprimida$$

Substituint:

$$\emptyset st = \frac{1}{4} 16\ mm = 4\ mm$$

Per tant s'utilitzaran estreps de 6 mm de diàmetre. La separació entre aquests ha de complir:

$$S_i \leq 0{,}6 \cdot d \quad i \quad S_i \leq 300\, mm$$

Essent d=a i com a recobriment de l'armadura es pren 5 cm. Amb aquestes especificacions s'ha determinat que la separació entre estreps serà de 20 cm.

ANNEX XIII. – DIMENSIONAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

8.1.Introducció

En aquest annex es realitzarà el dimensionament de la instal·lació elèctrica. La instal·lació elèctrica se separarà entre les línies monofàsiques i les línies trifàsiques. Les línies monofàsiques abastiran els diferents punts de llum de les oficines i les sales de producció, els endolls i l'enllumenat d'emergència. Les línies trifàsiques abastiran d'electricitat la maquinària.

8.2.Dimensionament de l'enllumenat

Per a fer aquest dimensionament s'utilitzarà el mètode del flux, amb el qual es pot determinar nombre de punts de llum necessaris per a cada sala. Aquests punts de llum aniran ubicats al sostre de totes les sales.

8.2.1.Làmpades d'ús habitual

El primer pas per aplicar el mètode del flux és definir les característiques de les làmpades que es volen utilitzar. Per això, s'han buscat les principals làmpades que es poden trobar al mercat amb les seves característiques principals (Taula 8.1.), les quals s'utilitzaran per subministrar llum en condicions normals.

Taula 8.1. Característiques de les diferents làmpades

Làmpada	***Potència (W)***	***Flux lluminós (lm)***	***Rendiment lluminós (lm/W)***	***Índex de rendiment en color***
Incandescent	100	1500	15	100
Fluorescent	58	5400	90	60-95
Fluorescent Compacta	13	900	69	60-95
Halogenurs	250	17500	70	70-90
Vapor de Sodi	150	14000	93	20-40
LED	5-24	250-2800	60	>80

Font: Luna et al. (2008)

Les làmpades escollides són les fluorescents de 58 W ja que són les que tenen millor rendiment lluminós i un índex de rendiment de color bo. A la sala de procés, el magatzem i la sala de màquines s'instal·laran lluminàries intensives (amb una alçada d'instal·lació de 10 m) i a la resta de sales hi aniran d'extensives (amb una alçada d'instal·lació de menys de 4 m).

8.2.2.Làmpades d'emergència

Pel que fa a l'enllumenat d'emergència, s'utilitzaran làmpades fluorescents de 10 W de potència i de 240 lm de flux lluminós. Aquestes làmpades d'emergència són d'obligada instal·lació segons el CTE i aniran instal·lades a prop dels equips d'instal·lacions contra

incendis, en el quadre elèctric i als senyals d'emergència. Han de tenir una font pròpia d'energia.

8.2.3.Làmpades d'emergència

Les intensitats d'il·luminació que es fixaran per a cada sala es mostren a la Taula 8.2. Aquestes intensitats d'il·luminació s'han determinat a partir de les recomanacions de Luna et al. (2008).

Taula 8.2. Necessitats d'il·luminació fixades

Sala	***E (lux)***
Oficines	600
Laboratori	600
Vestidors homes	120
Lavabos homes	120
Magatzem	120
Sala de màquines	120
Zona de producció	120
Sala de quadr. Electr.	150
Vestidors dones	120
Lavabos dones	120
Passadís	50
Despatx	600

Font: elaboració pròpia

8.2.4. Càlcul del nombre de punts de llum

Com s'ha comentat anteriorment, s'utilitzarà el mètode del flux, ja que és un mètode senzill i no és necessari utilitzar programes informàtics. Amb el mètode del flux, el nombre de punts de llum es calcula amb la següent fórmula:

$$N = \frac{E \cdot S}{\emptyset_u \cdot \eta_L \cdot \eta_R \cdot f_m}$$

On:

- N: és el nombre de punts de llum (adimensional)
- E: és la intensitat d'il·luminació (lux)
- S: és la superfície a il·luminar (m^2)
- $\emptyset_u$: és el flux lluminós de les làmpades d'una lluminària (lm)
- η_L: és el rendiment de la lluminària (adimensional)
- η_R: és el rendiment del local (adimensional)
- f_m:és el factor de manteniment (adimensional)

Pel que fa al rendiment de la lluminària η_L s'agafa el valor genèric de 0,85. Per al càlcul del rendiment del local η_R primer s'ha de calcular l'índex del local (R):

$$R = \frac{a \cdot l}{h \cdot (a + l)}$$

On:

- a: és l'amplada del local (m)
- l: és la longitud del local (m)
- h: és la distància entre el pla de treball (que es considera que està a 0,85 m sobre el nivell del terra) i la lluminària (m)

Per determinar el rendiment del local η_R, primer cal conèixer els factors de reflexió de les diferents superfícies (Taula 8.3.).

Taula 8.3. Factors de reflexió en funció del color de la superfície

Superfície reflectant	***Color***	***Factor de reflexió ρ***
Sostres	Blanc	0,8
	Clar	0,5
	Mitjà	0,3
Parets	Blanc	0,8
	Mitjà	0,5
	Fosc	0,3
Terres	Mitjà	0,3
	Fosc	0,1

Font: Luna et al. (2008)

En la Taula 8.4. s'indica el valor del rendiment del local en funció del tipus de lluminària, l'índex de local i els diferents factors de reflexió.

Taula 8.4. Factors del rendiment del local η_R en funció dels factors de reflexió, tipus de lluminària i índex de local (R).

		Factors de reflexió sostres (ρ_1), parets (ρ_2), terres (ρ_3)				
Tipus de lluminària		ρ_1= 0,8	ρ_1= 0,8	ρ_1= 0,5	ρ_1= 0,5	ρ_1= 0,3
		ρ_2= 0,8	ρ_2= 0,5	ρ_2= 0,5	ρ_2= 0,5	ρ_2= 0,3
	R	ρ_3= 0,3	ρ_3= 0,3	ρ_3= 0,3	ρ_3= 0,1	ρ_3= 0,1
Dispersora	1	0,71	0,41	0,38	0,37	0,29
	2	0,91	0,64	0,57	0,55	0,45
	3	0,99	0,77	0,67	0,63	0,52
	4	1,04	0,85	0,72	0,67	0,57

Font: Luna et al. (2008)

El Factor de rendiment f_m, (Taula 8.5.) depèn de les condicions de treball i de neteja del local.

Taula 8.5. Valors del factor de rendiment f_m

Condicions del local	***Neteja freqüent 1- 2 mesos***	***Neteja normal 4- 8 mesos***	***Neteja ocas. 12 mesos***
Net	0,9	0,8	0,7
Normal	0,8	0,7	0,6
Brut	0,7	0,6	0,5

Font: Luna et al. (2008)

Una vegada ja s'han caracteritzats tots els paràmetres de l'expressió del mètode del flux, ja es pot procedir a calcular el nombre de punts de llum necessaris per a cada sala. Degut a la repetibilitat dels càlculs, s'ha utilitzat un full de càlcul per automatitzar i agilitzar les operacions. En les Taules 8.6. i 8.7. es mostren els resultats obtinguts.

Taula 8.6. Nombre de punts de llum necessaris per cada sala de la indústria

Sala	***E (lux)***	***Alçada (m)***	***Amplada (m)***	***Llargada (m)***	***Superfície (m)***	$\emptyset_u$	η_L	***R***	$\rho 1$	$\rho 2$	$\rho 3$	η_R	F_m	***N***	***N reals***
Oficines	600	4	8,30	10,00	83	5400	0,85	1,44	0,8	0,8	0,3	0,80	0,90	15,11	16
Laboratori	600	4	7,60	7,80	59,28	5400	0,85	1,22	0,8	0,8	0,3	0,75	0,90	11,41	12
Vestidors homes	120	4	5,93	8,96	53.13	5400	0,85	1,12	0,8	0,8	0,3	0,73	0,90	2,06	3
Lavabos homes	120	4	4,40	7,80	34,32	5400	0,85	0,88	0,8	0,8	0,3	0,71	0,90	1,36	2
Magatzem	120	6	14,90	40,30	600,47	5400	0,85	2,11	0,5	0,5	0,3	0,58	0,70	38,58	40
Sala de màquines	120	4	11,76	19,50	229,32	5400	0,85	2,33	0,8	0,8	0,3	0,94	0,60	10,67	12
Zona de producció	120	6	20,47	60,30	1234,83	5400	0,85	1,72	0,5	0,5	0,3	0,52	0,70	61,16	64
Sala de quadr. Electr.	150	4	5,80	8,90	51,62	5400	0,85	1,11	0,8	0,8	0,3	0,73	0,60	3,84	4
Vestidors dones	120	4	7,3	8,65	63,14	5400	0,85	1,23	0,8	0,8	0,3	0,76	0,90	2,33	4
Lavabos dones	120	4	4,37	7,80	34,08	5400	0,85	0,88	0,8	0,8	0,3	0,71	0,90	1,36	2
Passadís	50	4	2,60	43,82	113,93	5400	0,85	0,78	0,8	0,8	0,3	0,71	0,90	1,94	4
Despatx	600	4	5,17	8,30	42,91	5400	0,85	1,00	0,8	0,8	0,3	0,71	0,90	8,46	10

Font: elaboració pròpia

Taula 8.7. Nombre de punts de llum d'emergència necessaris per cada sala de la indústria

Sala	***E (lux)***	***Alçada (m)***	***Amplada (m)***	***Llargada (m)***	***Superfície (m)***	$\emptyset_u$	η_L	***R***	$\rho 1$	$\rho 2$	$\rho 3$	η_R	F_m	***N***	***N reals***
Oficines	5	4	8,00	9,75	78	240	0,85	1,40	0,8	0,8	0,3	0,79	0,90	2,69	3
Laboratori	5	4	7,31	7,50	54,83	240	0,85	1,18	0,8	0,8	0,3	0,75	0,90	2,00	2
Vestidors homes	5	4	5,93	8,79	52,12	240	0,85	1,12	0,8	0,8	0,3	0,73	0,90	1,93	2
Lavabos homes	5	4	4,23	7,50	31,73	240	0,85	0,86	0,8	0,8	0,3	0,71	0,90	1,22	2
Magatzem	5	6	14,60	40,00	584,00	240	0,85	2,08	0,5	0,5	0,3	0,58	0,70	35,40	36
Sala de màquines	5	4	11,76	19,50	229,32	240	0,85	2,33	0,8	0,8	0,3	0,94	0,60	10,00	10
Zona de producció	5	6	10,40	60,00	624,00	240	0,85	1,72	0,5	0,5	0,3	0,52	0,70	42,26	43
Sala de quadr. Electr.	5	4	5,50	8,60	47,30	240	0,85	1,06	0,8	0,8	0,3	0,72	0,60	2,67	3
Vestidors dones	5	4	7,00	8,65	60,55	240	0,85	1,23	0,8	0,8	0,3	0,76	0,90	2,18	3
Lavabos dones	5	4	4,23	7,50	31,73	240	0,85	0,86	0,8	0,8	0,3	0,71	0,90	1,22	2
Passadís	5	4	2,60	44,10	114,66	240	0,85	0,78	0,8	0,8	0,3	0,71	0,90	4,40	5
Despatx	5	4	5,00	8,00	40,00	240	0,85	0,98	0,8	0,8	0,3	0,71	0,90	1,53	2

Font: elaboració pròpia

8.2.4.Distribució de l'enllumenat

Una vegada determinats els punts de llum necessaris per a cada espai, és adient distribuir-los correctament. Per això és interessant realitzar-ho mitjançant el criteri general, que es mostra a la Figura 8.1.:

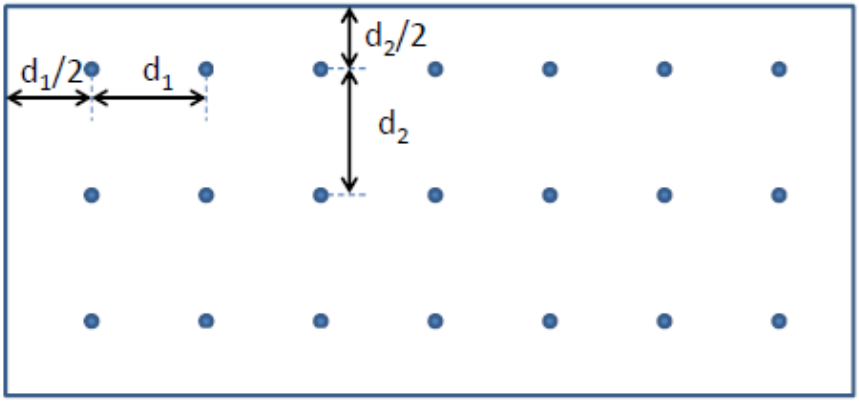


Figura 8.1. Mètode d'ubicació dels punts de llum. Font: Puig (2015)

On d_1 i d_2 són:

$$d_1 = \frac{d_1}{n_1}$$

On:

- d_1: és la distància longitudinal (m)
- n_1: és al nombre de llums per filera

$$d_2 = \frac{d_t}{n_t}$$

On:

- d_t: és la distància transversal (m)
- n_t: és al nombre de llums per columna

Pel que fa a l'enllumenat d'emergència es col·locarà una llum per a cada porta, porta d'emergència, als equips de protecció contra incendis i als cartells.

8.2.5.Enllumenat exterior

L'enllumenat exterior ha de permetre il·luminar els vials d'accés per facilitar la circulació de nit, il·luminar zones de càrrega i descàrrega, zones d'aparcament i per facilitar la vigilància nocturna. Les intensitats d'il·luminació recomanades per als vials i aparcaments són de 10 lux, pels molls de càrrega de 200 lux, els accessos als edificis 50 lux i als voltants de l'edifici de 2-10 lux. El tipus de lluminària escollits per a d'il·luminació exterior són les de vapor de sodi. Per a la determinació de la distància entre lluminàries s'utilitza la següent fórmula:

$$d = \frac{Ø_u \cdot NL \cdot F_u}{E \cdot a}$$

On:

- d: és la separació entre lluminàries (m)
- $Ø_u$: és flux lluminós de cada làmpada (lm)
- NL: és el nombre de làmpades de cada lluminària (adimensional)
- F_u: és el factor d'utilització (adimensional)
- E: és la intensitat d'il·luminació (lux)
- a: és l'amplada del vial (m)

El factor d'utilització es determina mitjançant la Figura 8.2.:

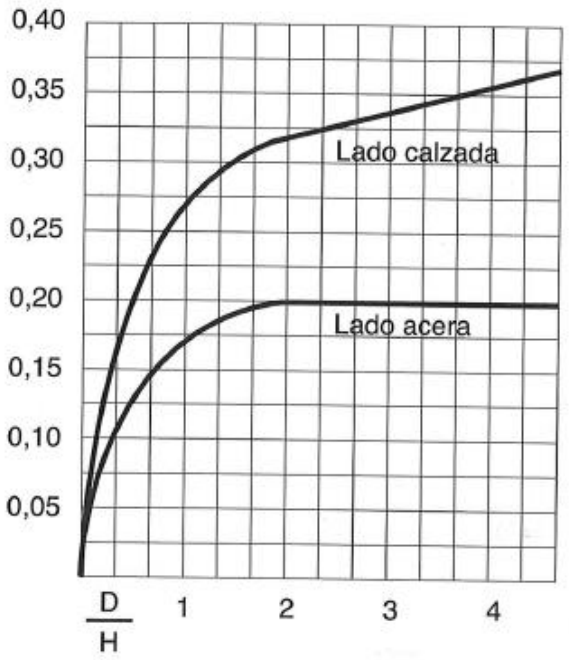


Figura 8.2. Determinació del factor d'utilització Font: Luna et al. (2008).

On D i H són les dimensions que es mostren a la figura 8.3.:

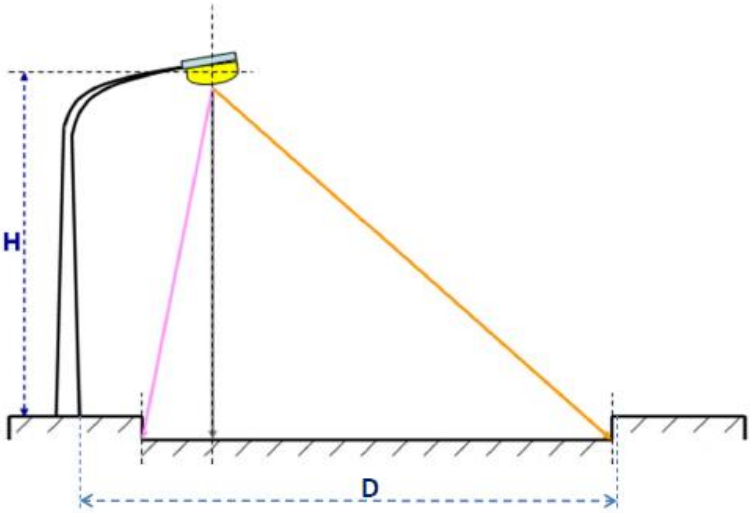


Figura 8.3. Representació de les dimensions D i H per a l'enllumenat exterior. Font: Luna et al. (2008).

Els resultats del càlcul del nombre de lluminàries de l'enllumenat exterior i la seva separació es mostren en la (Taula 8.8.)

Taula 8.8. Determinació de la separació entre els punts de llum exteriors

Ubicació	$Ø_u$	NL	H/D	F_u	E	a	d	N	N *reals*
Aparcaments	13000	1	1,5	0,31	10	6	67	0,22	1
Molls	13000	1	2,75	0,34	200	12	1,8	5,28	6
Accés edifici	13000	1	1,5	0,31	50	6	13	0,50	1
Voltant edifici	13000	1	1,5	0,31	5	6	134	1,75	2
Vials	13000	1	2,5	0,33	10	15	29	1,03	2

Font. Elaboració pròpia

8.3.Dimensionament de la instal·lació elèctrica

Per tal de dimensionar la instal·lació elèctrica s'utilitzarà el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT), que inclou el cos normatiu i una sèrie d'Instruccions Tècniques Complementàries (ITC-BT). Es considera que aquesta normativa és més estricta que la reglamentació elèctrica moçambiquesa.

Els 4 passos que s'han de fer per tal de dimensionar la instal·lació són la previsió de càrregues, la definició de les línies, el càlcul de la secció dels conductors i l'elecció de les proteccions.

8.3.1.Previsió de càrregues

La previsió de càrregues consisteix en conèixer la potència i la tensió necessàries dels aparells elèctrics que es preveu instal·lar. Cal considerar el coeficient de simultaneïtat. En la Taula 8.9. es mostren els aparells trifàsics que la indústria requereix:

Taula 8.9. Potències i factors de potències de la maquinària trifàsica

Màquina	***Nombre***	***Potència activa unitària (W)***	***Cos φ***
Cargol sense fi	1	2000	0,85
Cinta transportadora	5	1470	0,85
Garbell vibratori	1	5500	0,85
Netejadora	1	4000	0,85
Trituradora	1	5000	0,85
Molí	2	5000	0,85
Bomba procés	1	948	0,85
Bomba procés	1	641	0,85
Bomba procés	2	389	0,85
Tamisadora	2	5500	0,85
Centrífuga	2	5500	0,85
Deshidratadora	1	5500	0,85
Ventilador	1	550	0,85
Bomba retorn aigua	3	247	0,85
Motor caldera	2	1492	0,85
Bomba aire	2	3177	0,85

Font: elaboració pròpia

En la Taula 8.10. es mostra el nombre d'endolls monofàsics que hi haurà per a cada sala. També és adient recordar el nombre de punts de llum que hi ha a cada sala:

Taula 8.10. Nombre de punts de llum i nombre d'endolls de les diferents sales

Sala	***Punts de llum***	***Nombre d'endolls***
Oficines	16	6
Laboratori	12	4
Vestidors homes	3	2
Lavabos homes	2	-
Magatzem	40	6
Sala de màquines	12	2
Zona de producció	64	8
Sala de quadr. Electr.	4	2
Vestidors dones	4	2
Lavabos dones	2	-
Passadís	4	4
Despatx	10	2
Total	173	38

Font: elaboració pròpia

En la Taula 8.11. es mostren el nombre de punts de llum totals així com el nombre de punts de llum d'emergència totals.

Taula 8.11. Potència activa unitària i factor de potència de les làmpades

Sala	***Nombre***	***Potència activa unitària(W)***	***Cos φ***
Làmpades fluorescents	173	58	0,9
Làmpades d'emergència	36	10	0,9
Làmpades de vapor de sodi	12	150	0,9

Font: Luna et al. (2008).

En la Taula 8.12. es mostra la intensitat dels endolls així com el seu factor de potència.

Taula 8.12. Intensitat i factor de potència dels endolls

Element	***Intensitat (A)***	***Cos φ***
Endoll	10	0,9

Font: Luna et al. (2008).

Les diferents línies elèctriques van associades a un quadre elèctric on hi ha els aparells necessaris per a la distribució de l'electricitat i la protecció dels circuits i el control i comandament de la instal·lació.

8.3.2.Càlcul de la secció de les línies

Primerament es realitzarà el càlcul de les potències activa, reactiva i aparent de les diferents línies monofàsiques de la indústria. La fórmula per al càlcul de les potència aparent (VA) en les làmpades de descàrrega segons la ITC-BT-44 del REBT és:

$$S = 1{,}8 \cdot P \cdot \ n_{làmpades}$$

La relació entre potències permet expressar les potències activa P i reactiva Q com:

$$P = S \cdot Cos\varphi$$

$$Q = S \cdot Sin\varphi$$

Per a realitzar el càlcul amb Sinφ, es troba l'angle φ fent l'arccos de 0,9. Pel que fa a les línies d'endolls, la potència activa es calcula mitjançant la següent fórmula:

$$P = I \cdot V \cdot Cos\varphi \cdot 0{,}5 \cdot n_{endolls}$$

De la mateixa manera, les potències reactiva i aparent es calculen de la següent manera:

$$Q = I \cdot V \cdot tg\varphi \cdot 0{,}5 \cdot n_{endolls}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

El càlcul de les potències aparent, activa i reactiva en les línies trifàsiques es realitza de la següent manera, aplicant els criteris de la ITC-BT-47:

$$S = \left(1{,}25 \cdot \ P_{més\ gran}\right) + \left(P_{altres\ aparells} \cdot n_{aparells}\right)$$

$$P = S \cdot Cos\varphi$$

$$Q = Sin\varphi$$

L'escomesa de la línea eléctrica es trova a uns metres de l'empresa. La caixa general de protecció (CGP) està a la sala de quadres elèctrics. Aquesta, subministra l'electricitat als sub-quadres i està protegida per l'interruptor de potència. En la Taula 8.13. es mostren el que suporten les diferents línies, tant monofàsiques com trifàsiques de la indústria.

Taula 8.13. Elements que ha de suportar cada línia

Línies monofàsiques	***Elements***
1	20 làmpades magatzem
2	20 làmpades magatzem
3	32 làmpades zona de de producció
4	32 làmpades zona de de producció
5	12 làmpades sala de màquines + 4 làmp. sala de quadres electr.
6	16 làmpades oficines + 4 làmp. passadís + 10 despatx
7	12 làmpades laboratori + 3 vest. H + 2 lav. H + 4 vest. D + 2 D
8	36 llums d'emergència + 12 làmpades d'exteriors
9	6 endolls oficina + 2 endolls despatx
10	4 endolls laboratori + 4 endolls passadís
11	2 endolls vest. H + 2 endolls vest. D
12	6 endolls magatzem + 2 endolls sala de màquines
13	8 endolls zona de producció + 2 endolls sala de quadr, eletrc.
Línies trifàsiques	***Elements***
14	Cargol sense fi, 5 cintes, garbell, 3 bombes aigües
15	Netejadora, trituradora, molí, 2 motors caldera
16	4 bombes, 2 tamisadores
17	2 centrífugues, deshidratadora, 4 ventiladors
18	2 bombes d'aire

Font: elaboració pròpia

En la Taula 8.14. es mostren les potències aparents, activa i reactiva de les diferents línies. Per a fer aquest càlcul s'han utilitzat diferents fórmules mostrades anteriorment.

Taula 8.14. Potència aparent, activa i reactiva de les diferents línies

Línies	***S Potència aparent***	***P Potència activa***	***Q Potència reactiva***
1	2088	1879,22	910,14
2	2088	1879,24	910,14
3	3340,80	3006,72	1456,22
4	3340,80	3006,72	1456,22
5	1670,40	1503,36	728,11
6	3132	2818,81	1365,21
7	2401,22	2161,08	1046,66
8	5274	4746,60	2298,88
9	9402,78	8280	4455,76
10	9402,78	8280	4455,76
11	4701,39	4140	2227,88
12	9402,78	8280	4455,76
13	11753,47	10350	5569,70
Línies trifàsiques	***Potència aparent***	***Potència activa***	***Potència reactiva***
14	16091	13677,35	8476,46
15	20250	17212,50	10667,35
16	14742	12530,70	7765,83
17	20075	17063,75	10575,16
18	10132,25	8612,41	5337,49

Font: elaboració pròpia

Una vegada que ja es disposen de les diferents potències, ja es pot procedir a calcular de la secció dels conductors. Per a calcular-la, es faran servir les fórmules de la intensitat màxima, la variació de voltatge i la caiguda de tensió expressades en la Taula 8.15.

Taula 8.15. Formulari a utilitzar per el càlcul de diferent paràmetres

Tipus de Línia	***Intensitat màxima (A)***	***Variació de voltatge (V)***	***Caiguda tensió (% Cdt)***
Enllumenat	$I\ màx = \frac{1{,}8 \cdot P}{V}$	$\Delta V = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot cos\varphi}{\chi_{Cu} \cdot s}$	$\%\ Cdt = \frac{\Delta V}{230V} \cdot 100$
Endolls	$I\ màx = \frac{P}{V \cdot cos\varphi}$	$\Delta V = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot cos\varphi}{\chi_{Cu} \cdot s}$	$\%\ Cdt = \frac{\Delta V}{230V} \cdot 100$
A.trifàsics	$I = \frac{P}{V \cdot \sqrt{3} \cdot cos\varphi}$	$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot cos\varphi}{\chi_{Cu} \cdot s}$	$\%\ Cdt = \frac{\Delta V}{400V} \cdot 100$

Font: elaboració pròpia

Els resultats de les caigudes de tensió de les diferents línies es mostren a la Taula 8.16. Cal dir que la caiguda de tensió entre l'origen de la instal·lació i qualsevol punt d'utilització no ha de superar els límits del 3% en enllumenat i 5% en endolls i equips trifàsics. La instal·lació monofàsica es farà amb cables bipolars de coure i la instal·lació trifàsica es farà amb cables tetrapolars també de coure. El material aïllant serà d'etilè propilè (EPR), ja que aquest posseeix millors característiques tèrmiques que altres materials aïllants. Els cables seran aguantats per safates perforades, a part de les oficines, despatx, vestuaris i laboratori.

Primerament es calcula la intensitat màxima, i segonament s'escull el valor de la secció dels conductors de fase i neutre, que s'han triat a partir de la taula 1 del ITC-BT-19. La Taula 8.16. mostra els resultats de la caiguda de tensió a partir de la intensitat màxima, la longitud de la línia i de la secció escollida.

Taula 8.16. Resultats del càlcul de la caiguda de tensió de les línies

Línia	***longitud (m)***	***I màxima (A)***	***Secció (mm^2)***	***Variació de voltatge (V)***	***Caiguda de tensió (% Cdt)***
1	86,7	15,38	10,00	4,28	1,95
2	79,39	15,38	10,00	3,92	1,78
3	157,93	24,60	25,00	5,00	2,27
4	141,98	24,60	25,00	4,49	2,04
5	63,6	12,30	4,00	6,29	2,86
6	98,42	23,06	16,00	4,56	2,07
7	80,22	17,68	10,00	4,56	2,07
8	325,95	38,84	70,00	5,81	2,64
9	47,73	41,82	6,00	10,69	4,86
10	51,38	41,82	10,00	6,91	3,14
11	23,33	20,91	2,50	6,27	2,85
12	85,33	41,82	16,00	7,17	3,26
13	62,36	52,27	16,00	6,55	2,98
14	57,25	24,45	6,00	6,49	2,95
15	6,81	30,77	1,50	3,89	1,77
16	7,36	22,40	1,50	3,06	1,99
17	10,78	30,50	1,50	6,10	2,77
18	35,06	15,39	1,50	10,02	4,55

Font: elaboració pròpia

En la Taula 8.17. es mostren les seccions de les línies que enllacen dels quadres de distribució secundaris (QS) al quadre general de protecció (QGP):

Taula 8.17. Resultats del càlcul de la caiguda de tensió de les línies de distribució general

Línea	***Longitud (m)***	***I màxima (A)***	***Secció (mm^2)***	***Variació voltatge (V)***	***Caiguda de tensió (% Cdt)***
QS1	18,5	99,98	25,00	1,91	0,87
QS2	30,1	186,30	35,00	5,15	2,34
QS3	49,79	283,52	35,00	10,60	2,79

Font: elaboració pròpia

Pel que fa a la secció dels conductors de protecció, es determina mitjançant la Taula 2 de les ITC-BT-18 i ITC-BT-19. En la Taula 8.18 es mostren les seccions dels conductors de protecció de les diferents línies.

Taula 8.18. Seccions dels conductors de protecció

Línia	***Secció dels conductors (mm^2)***	***Secció dels conductors de protecció (mm^2)***
1	10,00	10,00
2	10,00	10,00
3	25,00	16,00
4	25,00	16,00
5	4,00	4,00
6	16,00	16,00
7	10,00	10,00
8	70,00	35,00
9	6,00	6,00
10	10,00	10,00
11	2,50	2,50
12	16,00	16,00
13	16,00	16,00
14	6,00	6,00
15	1,50	2,50
16	1,50	2,50
17	1,50	2,50
18	1,50	2,50
QS1	25,00	16.00
QS2	35,00	16.00
QS3	35,00	16,00

Font: elaboració pròpia

De la Taula 2 del ITC-BT-21 s'extreuen els diàmetres dels tubs de protecció dels conductors. En la Taula 8.19. es mostren els diàmetres dels tubs per a cada línia. Pel que fa a les línies generals el diàmetre dels tubs serà de 40 mm.

Taula 8.19. Diàmetre dels tubs exteriors

Línia	***Secció conductors fase i neutre (mm^2)***	***Diàmetre exterior dels tubs (mm)***
1	10,00	25
2	10,00	25
3	25,00	32
4	25,00	32
5	4,00	20
6	16,00	32
7	10,00	32
8	10,00	25
9	6,00	20
10	10,00	25
11	2,50	16
12	16,00	32
13	16,00	32
14	6,00	20
15	1,50	16
16	1,50	16
17	1,50	16
18	1,50	16
QS1	25,00	32
QS2	35,00	40
QS3	35,00	40

Font: elaboració pròpia

8.4.Aparells de protecció

En aquest apartat es descriuran els diferents aparells que s'instal·laran per protegir la instal·lació dels diferents fenòmens que poden ocórrer. Els primers de tot són els interruptors magneto tèrmics, que protegeixen la instal·lació de les sobreintensitats. En la Taula 8.20. es mostren les diferents característiques d'aquests aparells per a cada línia.

Taula 8.20. Topologies de magneto tèrmics i les seves intensitats nominals

Línia	***Intensitat (A)***	***Tipus de magneto tèrmic***	***Intensitat nominal del magneto tèrmic (A)***
1	15,38	Bipolar	16
2	15,38	Bipolar	16
3	24,60	Bipolar	25
4	24,60	Bipolar	25
5	12,30	Bipolar	16
6	23,06	Bipolar	25
7	17,68	Bipolar	25
8	5,70	Bipolar	6
9	41,82	Bipolar	50
10	41,82	Bipolar	50
11	20,91	Bipolar	25
12	41,82	Bipolar	50
13	52,27	Bipolar	63
14	23,32	Tetrapolar	25
15	30,77	Tetrapolar	32
16	22,40	Tetrapolar	25
17	30,50	Tetrapolar	32
18	15,39	Tetrapolar	16
QS1	99,98	Bipolar	100
QS2	186,30	Bipolar	400
QS3	283,52	Tetrapolar	400

Font: elaboració pròpia

En la Taula 8.21. es mostren les característiques dels interruptors diferencials per a cada línia:

Taula 8.21. Característiques dels interruptors diferencials

Línia	Intensitat (A)	Tipus de magneto tèrmic	Sensibilitat interruptor diferencial (mA)	Intensitat nominal interruptor diferencial (A)
1	15,38	Bipolar	30	16
2	15,38	Bipolar	30	16
3	24,60	Bipolar	30	25
4	24,60	Bipolar	30	25
5	12,30	Bipolar	30	16
6	23,06	Bipolar	30	25
7	17,68	Bipolar	30	25
8	5,70	Bipolar	30	16
9	41,82	Bipolar	30	63
10	41,82	Bipolar	30	63
11	20,91	Bipolar	30	25
12	41,82	Bipolar	30	63
13	52,27	Bipolar	30	63
14	23,32	Tetrapolar	300	25
15	30,77	Tetrapolar	300	40
16	22,40	Tetrapolar	300	25
17	30,50	Tetrapolar	300	40
18	15,39	Tetrapolar	300	16
QS1	99,98	Bipolar	30	100
QS2	186,30	Bipolar	30	250
QS3	283,52	Tetrapolar	300	630

Font: elaboració pròpia

En la Taula 8.21. s'han mostrat els diferents interruptors diferencials amb les seves característiques. Aquests serveixen per protegir als treballadors dels contactes elèctrics. No obstant, aquests interruptors han d'anar acompanyats de la posada a terra. La instal·lació de posada a terra es farà amb una pica vertical enterrada a 50 cm de terra. Per el càlcul d'aquest tipus de conductor s'utilitza la següent fórmula:

$$R_t = \frac{\rho}{L}$$

On:

- L: és la longitud del conductor (m)
- ρ: és la resistivitat del terreny (Ωm)
- R_t: és la resistència de la presa a terra (Ω)

Segons la Taula 4 de la ITC-BT-18, els terrenys de sorres seques permeables tenen un valor mitja de resistivitat de 5000 Ωm. Ara, per a calcular R_t s'utilitzarà la següent fórmula:

$$R_t \leq \frac{V_c}{I_d}$$

On:

- V_c: és la tensió de contacte admissible (V)
- I_d: és la sensibilitat de l'interruptor diferencial (A)

En el cas dels locals conductors d'electricitat, com és el cas de la industria alimentària objecte del present projecte, V_c serà de 24 V. En al cas més desfavorable, I_d serà de 0,3 A.

$$R_t \leq \frac{24V}{0.3A} \leq 80\Omega$$

Per tant la longitud de la pica vertical serà de:

$$L = \frac{500\Omega\text{m}}{80\Omega} = 6{,}25\ m$$

La longitud de la pica obtinguda pel càlcul és de 6,25 m. Com que la longitud de les piques verticals és de 2 m cadascuna, s'instal·laran 4 piques verticals, de manera que la longitud total serà de 8 m

Pel que fa a la protecció contra els llamps, s'haurà d'instal·lar un parallamps. Primerament cal determinar si és adient instal·lar aquest aparell. Per això, es tindrà en compte la normativa DB-SUA-8 del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE). La relació que determina la idoneïtat d'instal·lació és la següent:

$$Frequència\ esperada\ d'impactes\ N_e > \ risc\ admissible\ N_a$$

Pel càlcul del nombre d'impactes per any s'utilitzarà la següent fórmula:

$$N_e = \ N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot \ 10^{-6}$$

On:

- N_g: és la densitat d'impactes sobre el terreny, que és delimitada per una línia dibuixada a una distància 3H de cadascun dels punts del perímetre de l'edifici, essent H l'alçada de l'edifici en el punt del perímetre considerat (nombre d'impactes/any·km^2). S'agafa un valor de 3 impactes any en el cas d'Espanya. No obstant això a efectes de càlcul es considera equiparable a Moçambic.
- A_e: superfície equivalent de l'edifici (m^2)
- C_1: coeficient relacionat amb l'entorn (0,75 envoltat d'edificis més baixos) (adimensional)

Les dimensions de la nau industrial són de 60,7 m x 44,8 m i s'agafarà una alçada estàndard de 10 m.

$$A_e = (60{,}7 \cdot 44{,}8) + 2 \cdot (44{,}8 \cdot 3 \cdot 10) + (3 \cdot 10 \cdot 44.8) \cdot 2 + \pi \cdot 30^2$$

$$A_e = 10922{,}79\ m^2$$

Per tant, el càlcul de N_e és:

$$N_e = 3 \cdot 10922{,}79 \cdot 0{,}75 \cdot 10^{-6} = 0{,}82\ \frac{impactes}{any}$$

Seguidament es calcula el risc admissible a partir de la següent fórmula:

$$\mathrm{N}_a = \frac{5{,}5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \cdot 10^{-3}$$

On:

- C_2: és el coeficient en funció del tipus de construcció (1 en coberta metàl·lica i estructura de formigó) (adimensional)
- C_3: és el coeficient en funció del tipus de contingut de l'edifici (1 en altres continguts) (adimensional)
- C_4. és el coeficient en funció de l'ús de l'edifici (1 en la resta d'edificis) (adimensional)
- C_5: és el coeficient en funció de la necessitat de continuïtat en activitats que es desenvolupen en l'edifici (1 en la resta d'edificis) (adimensional)

$$\mathrm{Na} = \frac{5{,}5}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} \cdot 10^{-3} = 0{,}0055\ \frac{impactes}{any}$$

Ara es comprova si és necessari instal·lar parallamps:

$$0{,}82 > 0{,}0055$$

Per tant i en un primer moment, és necessari instal·lar parallamps. Ara resulta interessant calcular l'eficàcia E requerida per una instal·lació de protecció contra els llamps.

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 1 - \frac{0{,}0055}{0{,}82} = 6{,}7 \cdot 10^{-3}$$

Segons la Taula 2.1. del DB-SUA-8 és necessari un nivell de protecció 4, per la qual cosa la instal·lació de parallamps no és obligatòria. En conclusió, i segons el CTE no és necessari instal·lar parallamps.

8.5. Potència a contractar

Per tal de saber amb exactitud la potència mínima a contractar, s'ha de realitzar un sumatori de les potències actives de les diferents línies, tant monofàsiques com trifàsiques. S'hi aplica un

coeficient de simultaneïtat ja que es considera que no tots els equips funcionaran al mateix temps.

$$P_{total} = \left(\sum P_{monofàsiques} + \sum P_{trifàsiques}\right) \cdot 0{,}8$$

$$P_{total} = (60331{,}68\ W + 55419{,}36) \cdot 0{,}8 = 89524{,}96\ W = 92{,}60\ kW$$

8.6. Cost anual d'electricitat

L'estructura de la factura elèctrica que s'aplica a Moçambic és diferent de l'espanyola. Aquesta, segons *Electricidade De Moçambique* (EDM) és la següent:

$$F = Preu\ de\ venda\left(\frac{Mt}{kW \cdot mes}\right) + \ preu\ de\ venda\left(\frac{Mt}{kWh}\right) + Taxa\ fixa\ (Mt) + \ Taxa\ de\ permanència\ \left(\frac{Mt}{mes}\right)$$

Agafant el rang de preus dels grans consumidors de baixa tensió, dóna el següent resultat:

$$F = 92{,}60\ kW \cdot \frac{166{,}06\ Mt}{kW \cdot mes} \cdot 12\ mesos + \ 92{,}60\ kW \cdot \frac{2{,}16\ Mt}{kWh} \cdot \frac{16\ h}{1\ dia} \cdot \frac{220\ dies}{any} + \frac{318{,}62\ Mt}{mes} \cdot 12\ mesos + \ \frac{191{,}54\ Mt}{mes} \cdot 12\ mesos = 666.608{,}11\ Mt$$

Fent la conversió a euros, dóna el següent resultat:

$$F = \frac{666608{,}11\ Mt}{any} \cdot \frac{1\ Euro}{62\ MT} = 10.751{,}74\ \frac{Euros}{any}$$

ANNEX IX.- DIMENSIONAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ CONTRA INCENDIS

9.1.Introducció

L'objectiu d'aquest annex és el de dimensionar la instal·lació contra incendis per tal de poder minimitzar els danys en cas de que es produís un incendi. Aquesta instal·lació es dimensiona a partir del Reglament de Seguretat conta Incendis en els Establiments Industrials (RSCIEI) (Reial Decret 2267/2004) i el Document Bàsic de Seguretat contra incendis (DB-SI) del Codi Tècnic de l'Edificació.

9.2.Caracterització de la indústria

El RSCIEI, identifica 5 tipus de caracteritzacions possibles dels establiments industrials. En el cas de la indústria projectada, aquesta es considera de tipus C, ja que es troba a més de 3 metres de qualsevol altra edificació i és d'una sola planta.

En al cas del present projecte, s'han diferenciat 2 sectors d'incendis: el de producció i el d'emmagatzematge.

9.3.Determinació de la densitat de la càrrega de foc

9.3.1. Zones de producció

La determinació d'aquest paràmetre s'utilitza per tal de calcular el nivell de risc d'un edifici industrial. Es determinarà aquest paràmetre per a tots els espais de la indústria (Taula 9.1.) diferenciant la zona de producció i la zona d'emmagatzematge. La fórmula de la densitat de càrrega de foc ponderada i corregida per a la zona de producció és la següent.

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^{n}(q_{si} \cdot S_i \cdot C_i)}{A} \cdot R_a$$

On:

- Q_s: és la densitat de càrrega de foc ponderada i corregida d'un sector d'incendi (Mcal/m^2)
- q_{si}: és la densitat de càrrega de foc de cada zona amb processos diferents dels que es realitzen en un sector d'incendi (Mcal/m^2). Aquests valors s'obtenen del RSCIEI.
- S_i: és la superfície de cada zona amb procés i densitat de càrrega de foc q_{si} diferents (m^2)
- C_i: és el coeficient adimensional de perillositat dels combustibles existents en el sector d'incendi
- R_a: és el coeficient adimensional que pondera el risc d'activació inherent a l'activitat industrial desenvolupada en el sector d'incendi
- A: és la superfície total del sector d'incendi (m^2)

Tabla 9.1. Determinació de la càrrega de foc ponderada en la zona de producció

Zona de la industria	Q_{si}(Mcal/m^2)	S_i(m^2)	C_i	R_a	A(m^2)	Q_s(Mcal/m^2)
Oficines	192	83	1	1,5		11,95
vestidors homes	60	53,13	1	1,5		2,39
lavabos homes	53	34,32	1	1,5		1,36
Vestidors dones	60	63,14	1	1,5		2,84
Lavabos dones	53	34,08	1	1,5		1,35
Passadís	60	113,93	1	1,5	1999	5,13
Despatx	192	42,91	1	1,5		6,18
Sala quadre Electric	96	51,62	1	1		2,48
Sala de màquines	48	229,32	1,3	1		7,16
Laboratori	120	59,28	1,6	1,5		8,54
Zona de producció	481	1234,83	1,3	2		772,31
Total						821,7

Font: elaboració pròpia

El nivell de risc intrínsec per el valor de la densitat càrrega de foc, ponderada i corregida Q_s, segons la Taula 1.3. del RSCIEI és de nivell 6 (alt), ja que està en el següent interval:

$$800\,\frac{Mcal}{m^2} < Q_s < 1600\,\frac{Mcal}{m^2}$$

9.3.2. Zona d'emmagatzematge

Pel que fa a les zona d'emmagatzematge, el càlcul de la densitat càrrega de foc corregida i ponderada s'efectua amb la següent fórmula:

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^{n}(q_{vi} \cdot S_i \cdot C_i \cdot h_i)}{A} \cdot R_a$$

On:

- Q_s: és la densitat de càrrega de foc ponderada i corregida d'un sector d'incendi (Mcal/m^2)
- q_{vi}: és la densitat de càrrega de foc de cada zona amb processos diferents dels que es realitzen en un sector d'incendi (Mcal/m^2)
- S_i: és la superfície de cada zona amb procés i densitat de càrrega de foc q_{si} diferents (m^2)
- C_i: és el coeficient adimensional de perillositat dels combustibles existents en el sector d'incendi
- R_a: és el coeficient adimensional que pondera el risc d'activació inherent a l'activitat industrial desenvolupada en el sector d'incendi
- h_i: és l'alçada màxima d'emmagatzematge de cadascun dels combustibles (m)
- A: és la superfície total del sector d'incendi (m^2)

En la Taula 9.2 es mostra el resultat de la densitat de càrrega de foc ponderada i corregida per a la zona d'emmagatzematge L'alçada h_i s'ha fixat una alçada de 6,6 m, ja que hi hauran 6 estanteries de 1,1 m d'alçada cadascuna. Els *big bags* tenen una alçada de 0,9 m i es deixa una separació entre cada lleixa de 0.2 m. Pel que fa al valor de Q_{vi} s'ha agafat el valor de la farina, que és de naturalesa quasi igual que el midó.

Taula 9.2. Determinació de la càrrega de foc ponderada a la zona d'emmagatzematge

Zona de la indústria	***Q_{vi} (Mcal/m^3)***	***S_i***	***C_i***	***R_a***	***A (m^2)***	***h_i***	***Q_s(Mcal/m^2)***
Magatzem producte acabat	2019	600,47	1,3	2	600,47	6,6	34646,04

Font: elaboració pròpia

El nivell de risc intrínsec per el valor de la densitat de càrrega de foc, ponderada y corregida Q_s, segons la Taula 1.3. del reglament és de nivell 8 (alt), ja que està per sobre d'aquest valor:

$$3200\ \frac{Mcal}{m^2} < Q_s$$

9.3.3. Edifici

La densitat de càrrega de foc ponderada i corregida de tot l'edifici es calcula mitjançant la següent fórmula:

$$Q_e = \frac{\sum_A^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_A^i A_i}$$

On:

- Q_{si}: és la densitat de càrrega de foc ponderada i corregida de cada un dels sectors de la indústria (Mcal/m^2)
- A_i: és l'àrea de cada sector de la indústria

$$Q_e = \frac{(821{,}7 \cdot 1999{,}56) + (34646{,}04 + 600{,}47)}{(1999{,}56 + 600{,}47)} = 8633{,}33\ \frac{Mcal}{m^2}$$

9.4. Requisits constructius dels establiments industrials segons configuració, ubicació i nivell de risc intrínsec

9.4.1 Superfície màxima admissible

Les màximes superfícies construïdes admissibles dels sectors d'incendi de la nau industrial segons la Taula 2.1. del RSCIEI són:

- Zona de producció: és de 3000 m^2. Per tant es compleix perquè la superfície de la zona de producció és 1999 m^2.

- Zona d'emmagatzematge: és de 2000 m^2. Per tant es compleix perquè la superfície de la zona d'emmagatzematge és 600 m^2.

9.4.2. Materials

Els materials empleats per parets, sostres i terres de la industria vénen donats per la normativa UNE-23727.

Paviments: a les oficines, despatxos, laboratori, vestidors i lavabos el material empleat seran rajoles de gres de 35 cm x 35 cm. A la sala de producció, magatzem, sala de calderes i sala de quadres elèctrics el material usat serà el de paviment continu de formigó antilliscant, resistent a les rosades i fàcil de netejar.

Parets: a les oficines, despatxos, laboratori, vestidors i lavabos el material empleat serà guix blanc. A la sala de producció, magatzem, sala de calderes i sala de quadres elèctrics el material utilitzat serà enfoscat de morter de ciment i sorra de riu amb una relació de 1:6.

Sostres: a les oficines, despatxos, laboratori, vestuaris i lavabos falsos sostres formats a base de plaques de guix de 60x60 cm.

Els materials utilitzats en el recobriment tant de terres, parets i sostres ha de ser de classe M2 o categoria més favorable per complir la normativa. Donat que els materials indicats ja la compleixen, es consideren aptes. Aquesta classificació indica la capacitat d'aquests elements a afavorir l'inici o desenvolupament de l'incendi, segons les normes UNE.

Altres productes: en la instal·lació elèctrica, el material aïllant és etilè propilè i el material conductor és de coure. Aquests materials es consideren de la classe M1, i per tant són aptes. Els materials de construcció tals com petroli, ceràmica, metàl·lics així com vidres morters i formigons se consideren de la classe M0.

9.4.3. Estabilitat al foc dels elements constructius portants

Les exigències de comportament davant el foc d'un element constructiu portant es defineixen pel temps en minuts, durant el que l'element constructiu ha de mantenir l'estabilitat mecànica en el assaig normalitzat conforme la norma 2000/367/CE de la Comissió i modificada per la decisió 2003/629/CE de la Comissió.

L'estabilitat al foc dels elements estructurals amb funció portant i que siguin recorregut d'evacuació no pot tenir un valor inferior a R-90, segons la Taula 2.2 del RSCIEI. Per a l'estructura principal de cobertes lleugeres i els seus suports, el seu valor no pot ser inferior a R-30 (Taula 2.3. normativa del RSCIEI).

9.4.4. Resistència de foc dels tancaments

Les exigències de comportament davant del foc d'un element constructiu de tancament es defineixen pels temps durant els quals aquest element ha de mantenir les condicions següents:

- Estabilitat mecànica (o capacitat portant)
- Estanquitat al pas de flames o gasos calents
- No emissió de gasos inflamables a la cara no exposada al foc
- Aïllament tèrmic suficient per impedir que la cara no exposada al foc superi les temperatures que estableix la norma corresponent

La resistència al foc dels elements constructius delimitadors d'incendi no ha de ser inferior a R-90, d'acord amb la Taula 2.2. RSCIEI. També, la resistència al foc dels elements constructius amb funció portant ha de ser no inferior a R-240.

9.4.5. Evacuació dels establiments industrials

Per a l'aplicació de les exigències relatives a l'evacuació dels establiments industrials se n'ha de determinar l'ocupació P, deduïda en l'expressió següent:

$$P = 1{,}10 \cdot p, quan\ p < 100$$

La lletra p representa el nombre de persones. Com que la plantilla d'aquesta empresa té 11 persones, s'agafa aquesta expressió.

$$P = 1{,}10 \cdot 17 = 18{,}7 \approx 19\ ocupants$$

Els diferents elements d'evacuació es determinen mitjançant el DB-SI del CTE.

Elements d'evacuació:

- Origen de la evacuació: per a l'anàlisi de la evacuació de l'edifici es considera com origen d'evacuació qualsevol punt ocupable.
- Recorregut de la evacuació: la longitud dels recorreguts d'evacuació per passadissos, es considera sobre l'eix. No es poden considerar a efectes d'evacuació els recorreguts en els que existeixen elements que puguin dificultar el pas.
- Sortides: en el present projecte es disposa de una única sortida (Taula 3.1. del DB-SI)

$$Radi\ de\ distància\ de\ sortida = 0{,}1 \cdot P = 0{,}1 \cdot 19 = 1{,}9\ m$$

Essent P el nombre d'ocupants.

Nombre i disposició de les sortides: Un edifici pot disposar d'una única sortida quan compleixi les condicions següents:

- La ocupació sigui menor a 100 persones

- No existeixin recorreguts per més de 50 persones que necessitin ser salvades, a una altura d'evacuació major a 2 m.
- Cap recorregut d'evacuació fins a la sortida té una longitud major a 25 m en general o major a 50 m quan l'ocupació sigui menor a 25 persones i la sortida comuniqui directament amb un espai exterior segur.

Seguint el reglament, seria necessària una única sortida.

Dimensionament sortides, passadissos i escales:

- Assignació dels ocupants: en els recintes s'assigna la ocupació de cada punt de sortida més pròxima, en la hipòtesi de que qualsevol d'elles pugui ser bloquejada.
- Càlcul: L'amplada A, en m, de les portes, passadissos i passos ha de ser com a mínim igual a (Taula 4.1. del DB-SI):

$$A = \frac{P}{200} = \frac{13}{200} = 0{,}065\ m$$

- L'amplada lliure de portes i passos previstos com a sortida d'evacuació serà igual o major que 0,8 m. L'amplada de la fulla ha de ser igual o menor que 1,20 m i en portes de 2 fulles igual o major a 0,6 m. L'amplada dels passadissos previstos com a recorreguts d'evacuació serà igual o major a 1 m.
- *Característiques de les portes:* Les portes de sortida seran abatibles amb eix de gir vertical i fàcilment operables.
- *Característiques dels passadissos:* Els passadissos que siguin recorreguts d'evacuació no han de tenir obstacles.

Senyalització i il·luminació:

- Les sortides del recinte han d'estar senyalitzades amb el rètol de sortida
- S'ha de disposar de senyals indicatius de la direcció dels recorreguts que s'han de seguir des de el seu origen de evacuació fins al punt des de que sigui visible directament la sortida.
- Per indicar les sortides d'us habitual o d'emergència, s'utilitzaran els senyals definides a la norma UNE-23-034.
- També s'han de senyalitzar els instruments de protecció contra incendis d'utilització manual.
- Els senyals que es fan referència en aquest apartat, a més, han de ser visibles inclús en cas de fallo en el subministrament d'electricitat de l'enllumenat normal.

9.4.6. Ventilació i eliminació de fums i gasos de la combustió en els edificis industrials

- Sectors de producció: és necessari disposar d'un sistema d'evacuació de fums, ja que el risc intrínsec és alt i la superfície construïda és major de 100 m^2.

- Sectors d'emmagatzematge: no és necessari disposar d'un sistema d'evacuació de fums, ja que el risc intrínsec és alt i la superfície construïda és menor a 800 m^2.

La nau disposarà de ventilació natural, mitjançant finestres i portes.

Els sectors de producció del present projecte per estar situats en planta sobre rasant i tenir un risc intrínsec alt, a raó de 0,5 m^2/150 m^2, o fracció. Aquesta relació correspon als metres quadrats d'evacuació de fums per metres quadrats construïts.

Els sectors d'emmagatzematge del present projecte per estar situats en planta sobre rasant i tenir un risc intrínsec alt, a raó de 0,5 m^2/100 m^2, o fracció, com a mínim.

9.4.7. Sistema de prestatgeries del magatzem

Els bastidors, travessers, panells metàl·lics, bigues, pisos metàl·lics i altres elements han de ser d'acer de classe A1 (M0) i els revestiments han de ser de classe Bs3d0 (M1). Pel que fa a l'estructura principal ha de ser de R15 com a mínim, ja que el risc intrínsec és alt.

9.4.8. Instal·lacions tècniques dels serveis dels establiments industrials

Les instal·lacions dels serveis elèctrics, les instal·lacions d'energia mecànica i les instal·lacions de moviment de materials, manutenció i elevadors compliran els requisits establerts pels reglaments vigents que específicament afectin.

9.5. Requisits de les instal·lacions de protecció contra incendis

En aquest apartat es determinarà la necessitat d'instal·lar els diferents equipaments contra incendis així com les seves característiques requerides.

1- Tots els aparells, equips, sistemes i components de les instal·lacions de protecció contra incendis en establiments industrials, així com el disseny i l'execució i posada en marxa de les instal·lacions ha de complir el RSCIEI.

2- Els instal·ladors i els mantenidors de les instal·lacions de protecció contra incendis, a que es refereix l'apartat anterior, han de complir els requisits que estableix per a ells el Reglament d'instal·lacions contra protecció contra incendis, aprovat pel Reial Decret 1942/1993 de 5 de novembre.

3- Sistemes automàtics de detecció d'incendi:

- Sectors de producció: és necessari d'instal·lar sistemes automàtics de detecció d'incendis, ja que és un edifici tipus C, el nivell de risc intrínsec és alt i la superfície total construïda és igual a 2000 m^2.

- Sectors d'emmagatzematge: no és necessari instal·lar sistemes automàtics de detecció d'incendis, ja que és un edifici tipus C, el nivell de risc intrínsec és alt i la superfície total construïda no és superior a 800 m^2.

4- Sistemes manuals d'alarma d'incendi:

- Sectors de producció: es requereixen sistemes manuals d'alarma d'incendi, ja que és un edifici tipus C, el nivell de risc intrínsec és alt i la superfície total construïda és igual a 2000 m^2.
- Sectors d'emmagatzematge: no es requereixen sistemes manuals d'alarma d'incendi, ja que és un edifici tipus C, el nivell de risc intrínsec és alt i la superfície total construïda no és superior a 800 m^2.

Quan es requereixi la instal·lació d'un sistema manual d'alarma d'incendi s'ha de situar, en tot cas, un polsador al costat de cada sortida d'evacuació del sector d'incendi i la distància que s'ha de recórrer des de qualsevol punt fins a arribar a un polsador no ha de superar els 25 m.

5- Sistemes de comunicació d'alarma: no és necessari instal·lar sistemes de comunicació d'alarma, ja que la totalitat construïda no supera el límit de 10000 m^2.

6- Sistemes de proveïment d'aigua contra incendis: en el present projecte s'han d'instal·lar aquests sistemes de proveïment d'aigua, d'acord amb l'article 1 d'aquest mateix reglament. De la mateixa manera, s'ha escollit equipar l'edifici amb extintors i boques d'incendi equipades (BIE).

7- Sistemes d'hidrants exteriors:

- Sector de producció: és necessari instal·lar-ne, ja que el risc intrínsec és alt, l'edificació és de tipus C i la superfície del sector és igual a 2000 m^2.
- Sector d'emmagatzematge: no és necessari instal·lar-ne, ja que el risc intrínsec és alt, l'edificació és de tipus C i la superfície del sector no és superior a 2000 m^2.

El nombre d'hidrants es determina a partir de les condicions següents:

- La zona que protegeixi cada hidrant ha de ser igual o superior a un radi de 40 m.
- Almenys un dels hidrants ha de tenir una sortida de 100 mm de diàmetre.
- La distància entre l'emplaçament de cada hidrant i el límit exterior de l'edifici ha de ser de com a mínim de 5 m.

Es col·locaran 2 hidrants a la part exterior de la indústria.Les necessitats d'aigua per als hidrants exteriors vénen donades per la Taula 3.1 del RSCIEI. En la Taula 9.3. es mostren aquestes necessitats requerides.

Taula 9.3. Necessitats d'aigua en els hidrants

Element	Cabal (l/min)	Autonomia (min)	Pressió (bar)
Hidrant exterior	2000	90	5

Font: RSCIEI

8- Extintors: s'han d'instal·lar extintors d'incendi portàtils en tots els sectors d'incendi dels establiments industrials. El nombre d'extintors d'incendi serà de:

- Sector de producció: Hi haurà 8 extintors
- Sector d'emmagatzematge. Hi haurà 4 extintors

L'extintor seleccionat ha de ser seleccionat d'acord amb la Taula 1 de l'apèndix 1 del Reial Decret 1942/1993, de 5 de novembre. Segons aquesta taula, l'agent extintor més adequat és l'aigua polvoritzada per al sector d'emmagatzematge, ja que la classe de foc que es pot donar al present projecte és de classe A (sòlids). Pel que fa a la zona de producció, els extintors més adequats són els de pols ABC (polivalent), ja que els focs poden ser de classe tant de classe A, B o C.

La dotació d'extintors del sector d'incendi (foc classe A) es determina mitjançant la Taula 3.1 del RSCIEI. En el present projecte es requereixen els aspectes indicats en la Taula 9.4.

Taula 9.4. Eficàcia i àrea a protegir dels extintors

Risc intrínsec	Eficàcia	Àrea màxima protegida (m^2)
Mitjà (Sector de producció)	21 A	Fins a 400 m^2
Alt (Sector d'emmagatzematge)	34 A	Fins a 300 m^2

Font: RSCIEI

L'emplaçament dels extintors s'ha de fer a llocs visibles i accessibles, on hi hagi màxima probabilitat d'incendis i que la distància entre el punt més allunyat del sector d'incendi i l'extintor no sigui superior a 15 m.

9- Boques d'incendi equipades (BIE): s'han d'instal·lar aquests elements en el present projecte, en qualsevol dels dos sectors d'incendi, ja que l'edifici es de tipus C i la superfície construïda és superior a 1000 m^2. Les característiques de les BIE vénen especificades en la Taula 9.5.

Taula 9.5. Característiques de les BIE

Risc intrínsec	Tipus de BIE	Simultaneïtat	Temps d'autonomia (min)
Mitjà (Sector de producció)	DN 45 mm	3	90
Alt (Sector d'emmagatzematge)	DN 45 mm	3	90

Font: RSCIEI

De tal manera, es col·locarà 2 BIE al sector de producció i 2 BIE a la zona d'emmagatzematge. S'ha de tenir en compte que el cabal unitari és el corresponent a aplicar la pressió dinàmica disponible a l'entrada de la BIE, quan funcionin simultàniament el nombre de BIE indicats, el factor K, proporcionat pel fabricant de l'equip. Els diàmetres equivalent mínims són de 13 mm pel BIE de 45 mm.

S'ha de comprovar també que la pressió en el broc no sigui inferior a 2 bar ni superior a 5 bar i si és necessari s'han de col·locar dispositius reductors de pressió.

10- Sistemes de columna seca: no s'ha d'instal·lar aquest tipus d'element ja que l'altura màxima de la nau no supera els 15 m.

11- Sistemes de ruixadors automàtics d'aigua:

- Sector de producció: s'han d'instal·lar, ja que l'edifici és de tipus C, el risc intrínsec és alt i la superfície construïda és igual o superior a 2000 m^2.
- Sector d'emmagatzematge: no s'han d'instal·lar, ja que l'edifici és de tipus C, el risc intrínsec és alt i la superfície construïda no és superior a 1000 m^2.

12- Sistemes d'enllumenat d'emergència: és necessari instal·lar aquests elements, ja que:

- L'edifici es d'una planta sobre rasant
- L'ocupació P és major a 10 persones i el risc intrínsec és alt

Han de ser:

- Fixes i proveïdes de font d'energia pròpia
- Condicions de servei durant 1 h després de la fallida
- Ha de proporcionar una il·luminació d'1 lux en el nivell del sòl en els recorreguts d'evacuació.
- La uniformitat de la il·luminació proporcionada en els diferents punts de cada zona ha de ser tal que el quocient entre la il·luminació màxima i mínima sigui menor que 40.
- Els nivells d'il·luminació establerts han d'obtenir-se considerant nul el factor de reflexió de les parets i sostres i contemplant un factor de manteniment que comprengui la reducció del rendiment lluminós degut a l'envelliment de les làmpades.

13- Senyalització: s'ha de procedir a la senyalització de les sortides d'ús habitual o d'emergència, així com els mitjans de protecció contra incendis d'utilització manual, quan no siguin fàcilment localitzables des d'algun punt de la zona protegida, tenint en compte el que disposa el reglament de senyalització dels centres de treball, aprovat pel Reial Decret 485/1997, de 14 d'abril, sobre disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut en el treball.

ANNEX X. – DIMENSIONAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ HIDRÀULICA

10.1. Introducció

En aquest annex es procedirà a dimensionar la instal·lació d'aigües, ja siguin les aigües de subministrament a la indústria com les d'evacuació, comprenent la xarxa de distribució d'aigua (aigua freda i aigua calenta) i la xarxa de sanejament (aigües pluvials i aigües residuals).

Degut a la manca de reglaments moçambiquesos en relació a les instal·lacions hidràuliques, s'utilitzarà el Document Bàsic HS sobre salubritat del CTE.

10.2. Xarxa de distribució d'aigua

La captació d'aigua es situa al riu Nhanombe, a les immediacions de Maxixe, districte veí de Jangamo. L'aigua és tractada a una estació convencional i aquesta és transportada per una gran canonada de 8 km de distància fins al centre de distribució, que es localitza al centre de la ciutat de Maxixe. Aquesta xarxa de distribució abasteix un radi de 313 km, en que s'inclou Jangamo.

La xarxa d'aigua està composta per l'aigua freda sanitària i l'aigua freda de neteja. La instal·lació d'aigua freda sanitària serà en els lavabos d'homes, en els lavabos de dones i en el laboratori.

Per tal de poder tallar l'aigua per trams dins la mateixa línia i evitar un tall d'aigua general s'instal·laran vàlvules de bola de manera que l'aigua pugui continuar circulant pels trams no afectats per una averia.

Les necessitats d'aigua totals de la indústria, així com les necessitats de les diferents partides vénen donades per la Taula 10.1. Les necessitats de cabal dels elements del procés han estat recollides de l'annex 4 i les necessitats de cabal per la resta d'elements es recullen a la Taula 2.1. del Document Bàsic HS 4.

10.3. Necessitats d'aigua freda

Taula 10.1. Necessitats d'aigua freda

	Element	***Línia***	***Quantitat***	***Cabal (l/h)***	***Temps de funcionament (h/dia)***	***Consum (l/dia)***
	Lavabo	1	3	360	0,3	108
Lavabos	Pica	2	2	175	0,5	87,5
D'homes	Dutxa	1	1	720	0,3	216
	Lavabo	3	3	360	0,3	108
Lavabos	Pica	4	2	175	0,5	87,5
De dones	Dutxa	3	1	720	0,3	216
Laboratori	Pica	5	2	175	0,5	87,5
	Netejadora	6	1	1384,45	16	22151,2
Producció	Ralladora	7	1	4115,55	16	65848,8
	Tanc	8	1	3036,60	16	48585,6
Total						***137496***

Font: elaboració pròpia
**L'aigua a que s'incorpora a l'operació de netejar és de 3240 l/h, però amb el sistema de reaprofitament de l'aigua ja se n'afegeixen 1855,5 l/h.*
**L'aigua que s'incorpora a l'operació de rallar és de 5500 l/h, però amb el sistema de retorn d'aigua ja se n'afegeixen 1384,45 l/h.*
**L'aigua que s'incorpora a l'operació de rallar és de 4600 l/h, però amb el sistema de retorn d'aigua ja se n'afegeixen 1562,4 l/h.*

En la Figura 10.1. s'hi els balanços d'aigües així com el sistema d'aprofitament d'aigües del procés. D'aquesta manera es fa més entenedora la demanda d'aigua que el procés d'elaboració requereix. Els diferents cabals demandats, així com el balanç teòric mostrat s'ha realitzat conforme els resultats de l'annex 4, referent al dimensionament de la instal·lació del procés.

Implementar un sistema de reaprofitament d'aigua en un procés com és el d'obtenció del midó és molt important, ja que es consumeix força quantitat d'aigua, fet que resulta interessant buscar una alternativa a l'elevat consum. Amb l'esmentat sistema es considera que s'estalvia un 35,83% d'aigua. Per tant les quantitats d'aigua estalviades són importants.

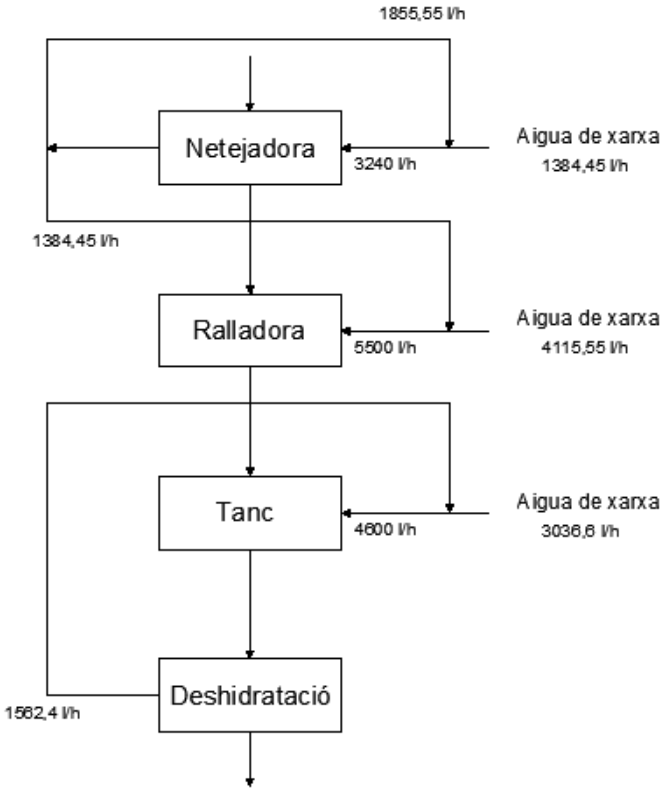


Figura 10.1. Sistema d'aprofitament d'aigua del procés d'elaboració del midó. Font: elaboració pròpia

10.3. Necessitats d'aigua calenta

La indústria objecte del present projecte no necessita aigua calenta. Al trobar-se molt a prop de l'equador fa que el clima predominant sigui el tropical humit. Les temperatures mitjanes anuals

són de 24ºC, fet que fa innecessari instal·lar escalfadors. Pel que fa al procés tampoc és necessari utilitzar aigua calenta.

10.4. Elements que composen la instal·lació hidràulica

Escomesa: aquest element ha de tenir els següents elements:

- Una clau de presa de carga sobre la canonada de distribució de la xarxa exterior de subministri que obri pas a la escomesa
- Un tub d'escomesa que enllaci la clau de presa amb la clau de tall general
- Un clau de tall a l'exterior de la indústria

Clau de tall general: aquest element ha de servir per interrompre el subministrament a l'edifici.

Filtre d'instal·lació general: ha de servir per retenir els elements o residus que contingui l'aigua que podessin donar lloc a corrosions en les canalitzacions metàl·liques.

Arqueta del comptador general: ha de contenir la clau de tall general, el filtre de la instal·lació general, el comptador, una clau, una aixeta de prova, una vàlvula de retenció i un clau de sortida.

Tubs d'alimentació i distribuïdor principal: aquestes canalitzacions són les encarregades de transportar l'aigua fins els diferents punts del procés. El distribuïdor principal ha de tenir claus de tall en totes les derivacions.

Comptadors divisionaris: es solen utilitzar en zones d'ús comú de l'edifici. Abans de cada comptador s'ha de tenir instal·lat un clau de tall i després una vàlvula de retenció.

Grup de pressió: que permeti transportar l'aigua d'un punt a l'altre de la instal·lació.

Sistemes de reducció de la pressió: en el cas de que sigui necessari s'instal·laran vàlvules limitadores de pressió de cabal.

10.5. Pressió necessària

La pressió de sortida necessària segons el DB-HS 4 és d'1 atm i la velocitat de treball en canonades de PVC ha de ser entre 0,5 i 3,50 m/s.

10.6. Dimensionament de les canonades de la xarxa de distribució d'aigua

El dimensionament de les canonades es realitzarà tenint en compte els cabals que han de circular per la canonada, suposant que l'aigua circula a secció plena i a una velocitat de 1,5 m/s. La fórmula que s'utilitza per el càlcul de la secció de les canonades és la següent.

$$Q = s \cdot v = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v$$

On:

- Q: és el cabal circulant (m^3/s)
- s: és la secció de la canonada (m^2)
- v: és la velocitat de circulació de l'aigua (m/s)
- d: és el diàmetre interior de la canonada (m)

La Taula 10.2 mostra els diàmetres nominals trobats, així com les velocitats reals del cabal d'aigua circulant.

Taula 10.2. Diàmetres nominals de les línies de la xarxa hidràulica

Línia	***Element***	***Nombre***	***Cabal (l/h)***	***Cabal (m^3/s)***	***Diàmetre***	***Diàmetre nominal (mm)***	***Diàmetre nominal interior (mm)***
1	Lavabo	3	1080	$5\cdot10^{-4}$	$2\cdot10^{-2}$	25	21,2
	Dutxa	1	720				
	Total	4	1800				
2	Pica	2	350	$9{,}7\cdot10^{-5}$	$9{,}1\cdot10^{-3}$	16	13,6
3	Lavabo	3	1080	$5\cdot10^{-4}$	$2\cdot10^{-2}$	25	21,2
	Dutxa	1	720				
	Total	4	1800				
4	Pica	2	350	$9{,}7\cdot10^{-5}$	$9{,}1\cdot10^{-3}$	16	13,6
5	Pica	2	350	$9{,}7\cdot10^{-5}$	$9{,}1\cdot10^{-3}$	16	13,6
6	Netejadora	1	1384,45	$3{,}8\cdot10^{-4}$	$1{,}8\cdot10^{-2}$	16	13,6
7	Ralladora	1	4115,55	$1{,}14\cdot10^{-3}$	$3{,}1\cdot10^{-2}$	32	27,2
8	Tanc	1	3036,6	$8{,}43\cdot10^{-4}$	$2{,}6\cdot10^{-2}$	32	27,2

Font: elaboració pròpia

10.7. Pressió de servei

La pressió de l'aigua quan arriba a la industria és de 3,5 atmosferes. No obstant això, aquesta pressió es veurà disminuïda bàsicament degut a les pèrdues de càrrega que hi haurà a les diferents conduccions. Alhora de dimensionar la instal·lació s'ha de tenir en compte la pressió mínima acceptable (1,5 atm) en tots els punts de consum d'aigua i la pressió nominal de les canonades de PVC (15,79 atm). Les velocitats en que circula l'aigua es troben a la Taula 10.2. El càlcul de les pèrdues de càrrega es farà mitjançant la fórmula de Hazen-Williams.

$$\Delta h_c = 10{,}62 \cdot C^{-1{,}85} \cdot L \cdot Q^{1{,}85} \cdot D^{-4{,}87}$$

On:

- Δh_c: és la pèrdua de càrrega contínua (m)
- C: coeficient de rugositat de la canonada (adimensional)
- L: és la longitud de la canonada (m)

- Q: és el cabal circulant (m^3/s)
- D: és el diàmetre de la canonada (m)

Segons el CTE, les pèrdues de càrrega totals han de ser les pèrdues de càrrega contínues majorades en un 20%, essent la fórmula següent.

$$\Delta h_t = 1{,}2 \cdot \Delta h_c$$

A la Taula 10.3. es mostren els resultats de les pèrdues de càrrega continues i les pèrdues de càrrega totals.

Taula. 10.3. Pèrdues de càrrega totals de cada línia i pressió al punt de consum

Línia	*Longitud (m)*	*Δh_c (m)*	*Δh_t (m)*	*Δh_t (atm)*	*Pressió al punt de consum*	*Estat*
1	26,98	3,39	4,07	0,39	3,11	compleix
2	25,21	1,33	1,60	0,15	3,35	compleix
3	31,64	3,98	4,78	0,46	3,04	compleix
4	29,83	1,58	1,89	0,18	3,32	compleix
5	36,27	1,92	2,30	0,22	3,28	compleix
6	9,73	6,54	7,85	0,76	2,74	compleix
7	34,42	5,94	7,13	0,69	2,81	compleix
8	51,38	5,05	6,06	0,59	2,91	compleix

Font: elaboració pròpia

Com que a tots els elements els hi arriba la pressió desitjada, no és necessari instal·lar un equip de bombament.

10.8. Dimensionament de les bombes de la xarxa de recuperació

Com s'ha dit anteriorment, aquesta instal·lació és la que permet reaprofitar l'aigua utilitzada en les diferents operacions unitàries del procés d'extracció del midó per tal de tenir un estalvi d'aigua considerable. Per a fer aquest dimensionament, s'agafarà la instal·lació més desfavorable, de tal manera que les 3 bombes que la composen tinguin la mateixa potència. Les canonades seran d'acer inoxidable.

La bomba a dimensionar és la que conduirà l'aigua obtinguda en el procés de deshidratació del midó fins al tanc pulmó. Es considera una velocitat de circulació de 1,5 m/s. Les característiques de la instal·lació són les següents:

- Longitud de la instal·lació: 30,75 m
- Diferència de cotes: 2 m
- Pressió de les tamisadores rotatives: 10,33 m.c.a
- Cabal: 1562,4 l/h = $4{,}34 \cdot 10^{-4}$ m^3/s
- Les pèrdues de càrrega totals són el 20% de les pèrdues de càrrega contínues

Primerament es calcula el diàmetre que tindrà la canonada:

$$Q = v \cdot s$$

$$4{,}34 \cdot 10^{-4} = 1{,}5 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow d = 1{,}84 \cdot 10^{-2}\ m$$

L'equació de Bernouilli és:

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + \frac{P_1}{\gamma} + H_m = h_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + \frac{P_2}{\gamma} + H_{1/2}$$

On:

- $h_1\ i\ h_2$: altures geomètriques (m)
- $\frac{v_1^2}{2 \cdot g}$: altures cinètiques (m)
- $\frac{P_1}{\gamma}$: altures de pressió (m)
- $H_{1/2}$: pèrdues de càrrega entre 2 punts de la instal·lació

Si s'aplica l'equació de Bernouilli al tram que es vol dimensionar, s'obté que:

$$0 + 0 + 0 + H_m = 2 + 0 + 10{,}33 + H_{1/2} \rightarrow H_m = 12{,}33 + H_{1/2}$$

La viscositat cinemàtica es calcula com:

$$\partial = \frac{\mu}{\rho}$$

On:

- μ: viscositat dinàmica (kg/m·s)
- ρ: densitat (kg/m^3)

Substituint en la fórmula de la viscositat cinemàtica els valors de l'aigua s'obté:

$$\partial = \frac{0{,}01 \frac{kg}{m \cdot s}}{998 \frac{kg}{m^3}} = \frac{1{,}002 \cdot 10^{-5} m^2}{s}$$

Per altra banda, el nombre adimensional de Reynolds es calcula com:

$$Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \emptyset \cdot \partial}$$

Substituint, s'obté el valor del nombre de Reynolds:

$$Re = \frac{4 \cdot 4{,}34 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot 1{,}84 \cdot 10^{-2} \cdot 1{,}002 \cdot 10^{-5}} = 3000{,}18$$

Per a càlcul de la pèrdua de càrrega s'utilitza l'equació de Darcy-Weisbach:

$$H_{1/2} = f \cdot \frac{L \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot \emptyset}$$

On:

- H_f: pèrdua de càrrega (m)
- f: coeficient de fricció (adimensional)
- V: velocitat (m/s)
- g: força de la gravetat (m/s^2)
- D: diàmetre de la canonada (m)
- L: longitud total de la instal·lació (m)

Si la canonada és d'acer inoxidable, la seva rugositat relativa (ε) és 0,0009. El coeficient de fricció es determina en el diagrama de Moody (Figura 10.1). En aquest cas, és 0,045.

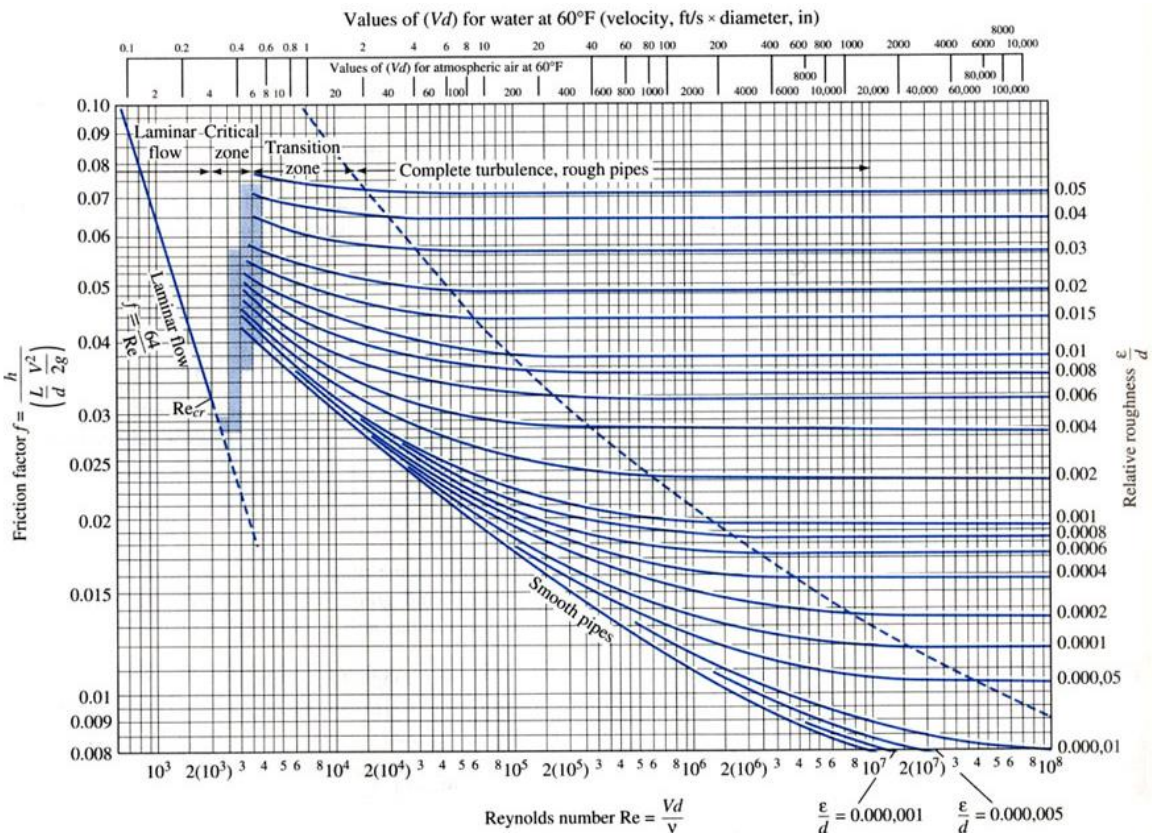


Figura 10.1. Diagrama de Moody. Font: adaptat L.F. Moody. Trans ASME, vol 66, 1944

Amb les dades anteriors, es pot calcular la pèrdua de càrrega:

$$H_{1/2} = 0{,}042 \cdot \frac{30{,}75 \ \cdot 1{,}5^2}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}84 \cdot 10^{-2}} = 8{,}04\ m$$

Ara es substitueix a l'expressió de les pèrdues de càrrega contínues:

$$H_m = 12{,}33 + \ H_{1/2} = \ 12{,}33 + \ 8{,}04 = 20{,}37\ m$$

L'equació pel càlcul de la potència necessària és:

$$Pot = \frac{H_m \cdot \gamma \cdot Q}{\eta \cdot 75}$$

On:

- H_m: altura manomètrica (m)
- γ: densitat del fluid (kg/m^3)
- Q: cabal (m^3/s)
- η: rendiment (adimensional)
- 75: factor de conversió (kg m/s/1 CV)
- Pot: potència (CV)

El cabal circulant en m^3/h és:

$$\frac{4{,}34 \cdot 10^{-4}\ m^3}{s} \cdot \frac{3600\ s}{1\ h} = \frac{1{,}56\ m^3}{h}$$

De la Figura 10.2 s'extreu que el rendiment del grup de bombament és del 35%.

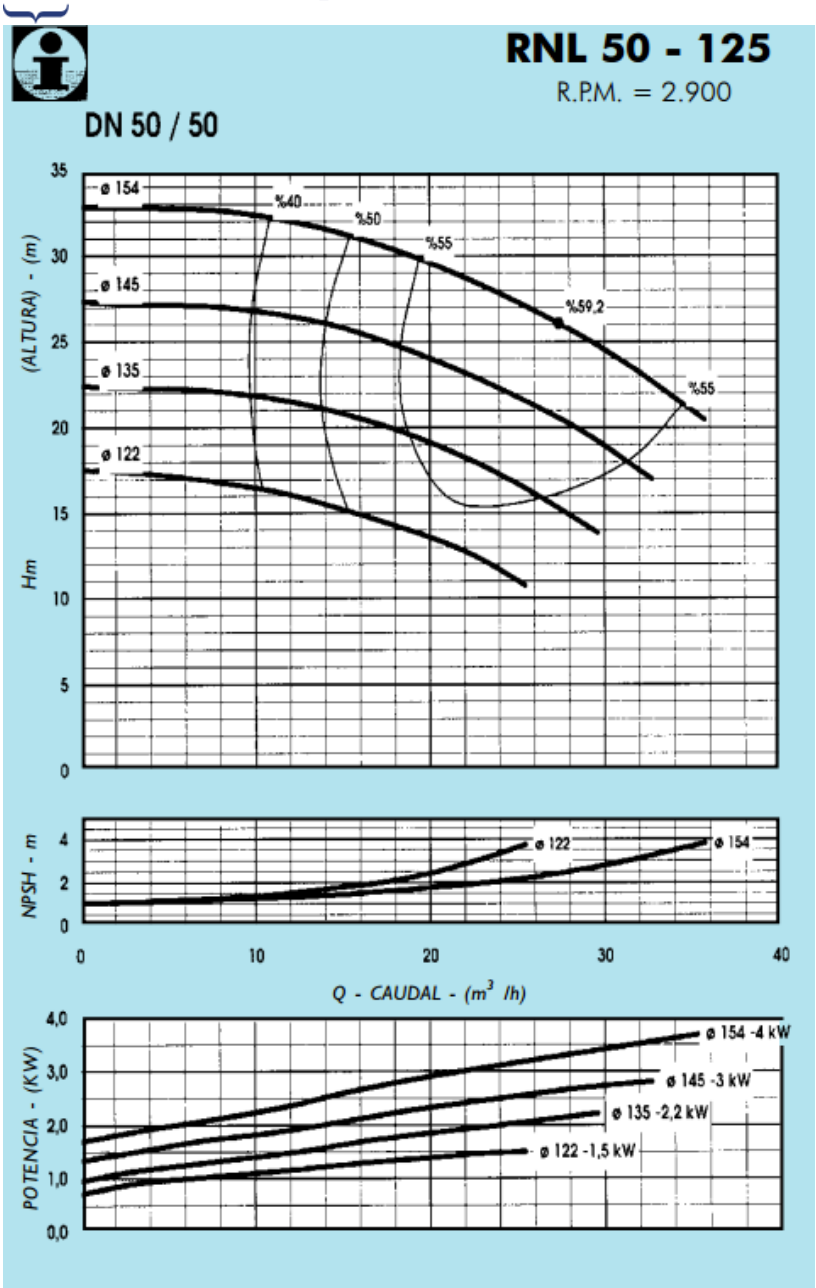


Figura 10.2 Dades tècniques de la bomba RNL 50-125 del fabricant Bombas Ideal Font: Bombas Ideal 2001

La potència de la bomba necessària serà:

$$Pot = \frac{20{,}37 \cdot 998 \cdot 4{,}34 \cdot 10^{-4}}{0{,}35 \cdot 75} = 0{,}336\ CV$$

Es passa de CV a W:

$$0{,}336\ CV \cdot \frac{0{,}735\ kW}{1\ CV} = 0{,}247\ kW = 247\ W$$

Càlcul de la cavitació. Es calcula la pèrdua de càrrega entre la sortida de dipòsit fins a l'entrada de la bomba:

$$H_{1/b} = f \cdot \frac{L \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot \emptyset} = 0{,}042 \cdot \frac{(11{,}56) \cdot 1{,}5^2}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}84 \cdot 10^{-2}} = 3{,}02\ m$$

Per determinar si la bomba cavitarà és necessari calcular el NPSH (*Net Positive Suction Head*), que és l'altura positiva neta d'aspiració que podrà suportar la bomba sense cavitar:

$$NPSH_d = \frac{P_{abs}}{\gamma} - \left(\frac{P_{vap.aigua}}{\gamma} + H_a + H_{1/b}\right)$$

On:

- $\frac{P_{abs}}{\gamma}$: és la pressió absoluta (m.c.a)
- $\frac{P_{vap.aigua}}{\gamma}$: pressió de saturació de l'aigua (0,23 m)
- H_a: diferència de cotes entre dipòsit i entrada de bomba (m)
- $H_{1/b}$: pèrdua de càrrega entre dipòsit i entrada de bomba (m)

Substituint les dades, s'obté:

$$NPSH_d = 10{,}33 - (0{,}23 + 1 + 3{,}02) = 6{,}08\ m$$

Comprovació de no cavitació. Amb un cabal de 7,2 m^3/h (Figura 10.2) el NPSH necessari de la bomba és de 1,1 m

$$NPSH_d > NPSH_n \cdot 1{,}3 \rightarrow 6{,}08 > 1{,}1 \cdot 1{,}3 = 1{,}43$$

Després de realitzar aquests càlculs, s'ha comprovat que la bomba no cavitarà per a aquesta instal·lació. La bomba dimensionada és la que alimentarà al tanc pulmó, no obstant les altres dues bombes també es consideraran amb la mateixa potència, ja que la instal·lació no és tant desfavorable.

10.9. Instal·lació d'aigua contra incendis

La indústria objecte del present projecte disposa de 4 boques d'incendis equipades (BIE), d'acord amb el Reglament de Seguretat Contra Incendis en Establiments Industrials (RSCIEI). Aquests sistemes de protecció contra incendis necessiten una font d'alimentació d'aigua.

El RSCIEI també menciona que és necessari disposar d'una pressió d'entre 3,5 i 5 atm a la sortida de les BIE i tenint en compte el funcionament simultani de 2 BIE durant 1 hora com a cas més desfavorable. La instal·lació serà de PVC i s'utilitzaran les mateixes expressions per a calcular les pèrdues de càrrega.

Les necessitats de cabal per aquesta instal·lació són d'1,6 l/s. Es fixarà una velocitat de circulació d'1,5 m/s. D'acord amb l'annex 9 sobre incendis, la pressió al punt de consum no pot

ser inferior a 2 bar (2 atm) ni superior a 5 bar (5 atm). En les Taules 10.4. i 10.5. es mostren els resultats de les pèrdues de càrrega de les diferents línies.

Taula. 10.4. Cabals i diàmetres nominals de les línies de subministrament d'aigua a les BIE

Línia incendis	Cabal (l/s)	Cabal (m^3/s)	Diàmetre (mm)	Diàmetre nominal (mm)	Diàmetre nominal interior (mm)
9	1,6	0,0016	36,9	40	34
10	1,6	0,0016	36,9	40	34
11	1,6	0,0016	36,9	40	34
12	1,6	0,0016	36,9	40	34

Font: elaboració pròpia

Taula 10.5. Longitud, pèrdues de càrrega i pressió al punt de consum de les línies de subministrament d'aigua a les BIE

Línia incendis	Longitud (m)	Δh_c (m)	Δh_t (m)	Δh_t (atm)	Pressió punt de consum (atm)	Estat
9	25,31	2,74	3,29	0,32	3,18	compleix
10	72,5	7,86	9,43	0,91	2,59	compleix
11	41,85	4,54	5,44	0,53	2,97	compleix
12	35,4	3,84	4,61	0,45	3,05	compleix

Font: elaboració pròpia

Com que a tots els elements els hi arriba la pressió desitjada, no és necessari instal·lar un equip de bombament.

10.10. Costos del consum d'aigua

Tal com s'ha determinat a l'apartat 10.3. d'aquest annex, el consum diari d'aigua és de 137496 l/dia. Segons el *Conselho de Regulaçao de Águas* de Moçambic el preu del m^3 d'aigua es situa a 23 Meticais. Com que, segons l'annex 5 sobre el programa productiu, els dies laborables són 226, el cost anual pel que fa al consum d'aigua serà el següent.

$$137496\frac{l}{dia}\cdot\frac{1\,m^3}{1000\,l}226\,dies\cdot\frac{23\,Mts}{m^3}\cdot\frac{1\,Euro}{62\,Mts}=11.527{,}48\frac{Euros}{any}$$

10.11. Evacuació d'aigües

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.

10.11.1. Aigües pluvials

Aquest tipus d'aigües es recullen als canalons instal·lats a la coberta de la nau i passen a través de baixants a la xarxa de sanejament municipal. Per a realitzar el càlcul del cabal que haurà de

suportar la canonada és necessari saber quina és la precipitació màxima que està documentada a la zona. La precipitació màxima de Maxixe és de 192 l/m^2·h, que equival a 0,053 l/m^2·s.

Per determinar el cabal d'aigua a evacuar s'utilitza la següent expressió.

$$Q = s \cdot i \cdot e$$

On:

- Q: és el cabal màxim que recolliran els canalons (l/s)
- s: és la superfície de la coberta (m^2)
- i: és la intensitat pluviomètrica (l/m^2·s)
- e: és el coeficient d'escolament, s'agafa un valor de 0,8 (adimensional)

$$Q = 928{,}1 \cdot 0{,}053 \cdot 0{,}8 = 39{,}35\ \frac{l}{s} = 3{,}9 \cdot 10^{-2}\ \frac{m^3}{s}$$

Dimensionament dels canelons:

Els canalons que evacuaran l'aigua pluvial seran de PVC i tindran un pendent de 4% per a facilitar que l'aigua arribi fins als baixants. Primerament es dimensionarà els canalons agafant com a referència el cabal calculat a l'apartat anterior i després es comprovarà que les dimensions escollides són les correctes.

El diàmetre dels canelons es calcularà mitjançant l'equació de Manning.

$$v = \frac{1}{n} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

On:

- v: és la velocitat de circulació de l'aigua pels canelons (m/s)
- n: és el coeficient de rugositat (PVC = 0,007)
- Rh: és el radi hidràulic del caneló (secció mullada del caneló / perímetre mullat del caneló)
- J: és la pendent del caneló (0,04)

Si v= Q/s, l'expressió final queda.

$$\frac{Q}{s} = \frac{1}{n} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

Si se substitueixen els valors que es tenen, s'obté:

$$\frac{3{,}9 \cdot 10^{-2}}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{1}{0{,}007} \cdot \left(\frac{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}{\pi \cdot d}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot 0{,}04^{\frac{1}{2}}$$

$$d = 0{,}131\ m$$

Les dimensions dels canalons, d'acord amb la normativa DIN-18461 seran de 125 mm de diàmetre, 25 cm de desenvolupament i 6 mm de gruix.

Dimensionament dels baixants:

S'instal·larà un baixant per a cada canaló. Aquests seran de planxa d'acer galvanitzat. Per al càlcul d'aquests elements s'utilitzarà l'equació de Hunter i Dawson.

$$Q = 3{,}15 \cdot 10^{-4} \cdot r^{\frac{5}{3}} \cdot d^{\frac{8}{3}}$$

On:

- Q: és el cabal procedent de la pluja (m^3/s)
- r: és el grau d'ompliment del baixant (0,33)
- d: és el diàmetre del baixant (m)

$$3{,}9 \cdot 10^{-2} = 3{,}15 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}33^{\frac{5}{3}} \cdot d^{\frac{8}{3}} \rightarrow d = 0{,}098\ m$$

S'instal·laran baixants de 100 mm de diàmetre nominal.

Dimensionament de les arquetes:

Els baixants desaiguaran a una arqueta cada un, les quals aniran connectades als col·lectors. Aquestes arquetes seran prefabricades de PVC i de dimensions 40 cm x 40 cm segons la Taula 4.13 del DB-HS-5.

Dimensionament dels col·lectors:

$$\frac{Q}{s} = \frac{1}{n} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

Si es substitueixen els valors que es tenen, s'obté:

$$\frac{3{,}9 \cdot 10^{-2}}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{1}{0{,}007} \cdot \left(\frac{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}{\pi \cdot d}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot 0{,}04^{\frac{1}{2}}$$

$$d = 0{,}131\ m$$

El diàmetre nominal dels col·lectors que recolliran les aigües pluvials serà de 140 mm.

10.11.2. Aigües residuals

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%.

Dimensionament de les derivacions:

És rellevant fer un dimensionament adequat de les conduccions per tal de que hi hagi un bon drenatge de les aigües residuals. Per a realitzar el dimensionament de les conduccions de les aigües residuals s'utilitzarà l'expressió de Manning.

$$\frac{Q}{s} = \frac{1}{n} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

A les Taules 10.6 i 10.7 es mostren els diàmetres comercials de les derivacions i dels col·lectors.

Taula 10.6. Diàmetres nominals de les derivacions de les aigües residuals

Element	***Cabal (l/h)***	***Cabal (m^3/s)***	***Diàmetre calculat (m)***	***Diàmetre nominal exterior (mm)***
Lavabo	360	$1 \cdot 10^{-4}$	$1{,}4 \cdot 10^{-2}$	100
Pica	175	$4{,}9 \cdot 10^{-5}$	$1{,}2 \cdot 10^{-2}$	40
Dutxa	720	$2 \cdot 10^{-4}$	$1{,}8 \cdot 10^{-2}$	40

Font. Elaboració pròpia

Els valors establerts per als diàmetres són superiors als calculats. Aquests valors són els mínims establerts per a cada element, d'acord amb la Taula 4.1. del DB-HS-5.

Dimensionament de les arquetes:

Les diferents derivacions desaiguaran a les arquetes, les quals aniran connectades als col·lectors. Hi haurà 3 a arquetes de dimensions 40 cm x 40 cm i una altra de dimensions 50 cm x 50 cm segons la Taula 4.13 del DB-HS-5.

Dimensionament dels col·lectors:

D'acord amb el CTE, s'ha de tenir en compte les unitats de desguàs (UD) per a cada element (Taula 4.1. del DB-HS-5). El cabal també el fixa el CTE, aquest és de 0,47 dm^3/s. El procediment de càlcul es realitza mitjançant la fórmula de Manning.

$$Q_{II} = \frac{1}{n} \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{\pi \cdot d^{\frac{8}{3}}}{4^{\frac{5}{3}}}$$

On:

- Q_{II}: és al cabal que passa per la canonada a secció plena (m^3/s)
- n: és el coeficient de rugositat del material (adimensional)
- I: és el pendent de la canonada (0,02) (adimensional)
- d: és el diàmetre de la canonada (m)

El calat es considera del 70%, és a dir que la relació de y/d és 0,7 trobada a les taules de Thorman-Franke. Mitjançant les mateixes taules es determina que la relació entre Q_c/Q_{II} = 0,805. Una vegada ja s'obtenen aquestes dades ja es pot determinar el diàmetre del col·lectors mitjançant la fórmula de Manning (Taula10.7).

Taula 10.7. Diàmetres comercials dels col·lectors de les aigües residuals

Element	***UD***	***Quantitat***	***Unitats de desaigües***	***Q_c (m3/s)***	***Q_c (m3/s)***	***Q_{II} (m3/s)***	***D (mm)***	***D (mm)***
Lavabo	4	3	12,00	$5,64 \cdot 10^{-4}$				
Pica	1	2	2,00	$9,4 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-2}$	$9,3 \cdot 10^{-3}$	86	90,00
Dutxa	2	1	2,00	$9,4 \cdot 10^{-4}$				
Lavabo	4	3	12,00	$5,64 \cdot 10^{-4}$				
Pica	1	2	2,00	$9,4 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-2}$	$9,3 \cdot 10^{-3}$	86	90,00
Dutxa	2	1	2,00	$9,4 \cdot 10^{-4}$				
Pica	2	2	4,00	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	51	63,00
Total					$1,6 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$	117	125,00

Font. Elaboració pròpia

ANNEX XI. – DIMENSIONAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ D'AIRE CALENT

11.1. Introducció

En aquest annex es definirà quines són les necessitats d'aire calent que es necessiten bàsicament per a l'operació final de deshidratació del midó.

11.2. Reglament

Per a dimensionar la caldera es tindrà en compte el Reglament espanyol d'Aparells a Pressió (RAP).

11.3. Consum d'aire calent i energia necessària

D'acord amb l'apartat 4.2.26 de l'annex 4, el consum d'aire per tal de processar 40 t de iuca per dia és de 2,81 m^3/s. Per a cobrir la demanda de vapor que suposaria una possible ampliació de la producció de la producció, s'ha considerat un coeficient de majoració del 25 % sobre la demanda inicial.

Pel que fa a l'energia necessària, segons l'apartat 4.2.27. de l'annex 4, es va calcular una aportació d'energia necessari de 341,24 kJ/s, que equival a 293648 kcal/h. La biomassa necessària per aportar aquesta calor és de 88,14 kg/h.

11.4. Característiques de la caldera

En la Taula 11.1. es mostren les característiques de la caldera que s'agafarà com a base de càlcul. En aquest cas es tracta d'una caldera pirotubular.

Taula 11.1. Fitxa tècnica de la caldera

Model	***Energia (Kcal/h)***	***Flux d'aire (l/h)***	***Potència (W)***	***Consum biomassa (kg/h)***	***Capacitat (m^3)***
FMT/F30	300000	24000	2984	100	3000

Font: Grupo Nova Energia (2016)

11.5. Classificació de la caldera

A continuació, es determinarà quin tipus de caldera es disposa. Per això, s'utilitzarà la següent fórmula.

$$Pms \cdot VT$$

On:

- Pms: és la pressió màxima de servei expressada (bar) (normalment s'agafa 10kg/cm^2)
- VT: és el volum total de la caldera (l)

$$10\frac{kg}{cm^2} \cdot \frac{0{,}98\ bar}{\frac{kg}{cm^2}} \cdot 3000\ l = 29000\ l \cdot bar$$

D'acord amb la ITC-EP-1, com que el producte d'aquesta operació és més gran de 15000, la caldera serà de classe 2. Com que és d'aquesta classe, l'empresa instal·ladora ha de ser de la categoria d'EIP-2.

11.6. Emplaçament de la caldera

Segons la ITC-EP-1, les calderes s'hauran de situar en sales o recintes que tinguin les següents característiques:

- Ser de dimensions suficients per a les operacions de manteniment, inspecció i control d'aquestes
- Estar permanentment ventilades
- Hauran d'estar totalment netes, lliures de pols, gasos i vapors inflamables
- Les activitats que es desenvolupin a la sala de calderes siguin exclusivament les relacionades amb les d'aquestes
- El manual de funcionament de les calderes haurà de estar a la sala

A més, per les calderes de classe 2 s'hauran de complir les següents condicions d'emplaçament:

- Les calderes hauran d'estar situades a una sala amb dues sortides de fàcil accés i que estiguin en parets diferents
- Els murs de protecció han de tenir una alçada major d'1 m, han de ser de formigó armat amb un espessor mínim de 20 cm, amb 60 kg d'acer i 300 kg de ciment per m^3.
- Les portes en els murs de protecció hauran de tenir dimensions de 1,6 m d'ample i 2,5 m d'alt. Les dimensions també han de permetre l'evacuació dels equips o parts d'aquests
- L'alçada dels sostres no ha de ser en cap cas inferior a 3 m sobre el nivell del terra
- El sostre haurà de ser de construcció lleugera, amb una superfície mínima del 25% del total de la sala i a sobre no hi pot haver pisos habitables

11.7. Dimensionament de la instal·lació

11.7.1. Tram d'alimentació fins a ventiladors

En aquest apartat es definirà la pressió d'arribada de l'aire calent al ventilador i les dimensions de la instal·lació. La instal·lació té les següents dades:

- Longitud: 21,4 m
- Cabal d'aire: 2,81 m^3/s
- Diàmetre canonada: 0,42 m (v = 20 m/s)

Primerament es calcularà la viscositat cinemàtica.

$$\partial = \frac{\mu}{\rho}$$

On:

- ∂: és la viscositat dinàmica (m^2/s)
- μ: viscositat dinàmica (kg/m·s)
- ρ: densitat (kg/m^3)

Substituint en la fórmula de la viscositat cinemàtica els valors de l'aire a 1 atm i a 20ºC s'obté:

$$\partial = \frac{1{,}82 \cdot 10^{-5} \frac{kg}{m \cdot s}}{1{,}3 \frac{kg}{m^3}} = \frac{1{,}4 \cdot 10^{-5} m^2}{s}$$

Per altra banda, el nombre adimensional de Reynolds es calcula com:

$$Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \emptyset \cdot \partial}$$

Substituint, s'obté el valor del nombre de Reynolds:

$$Re = \frac{4 \cdot 2{,}81}{\pi \cdot 0{,}42 \cdot 1{,}4 \cdot 10^{-5}} = 608469$$

Per a càlcul de la pèrdua de càrrega s'utilitza l'equació de Darcy-Weisbach:

$$H_{1/2} = f \cdot \frac{L \cdot V^2}{2 \cdot g \cdot \emptyset}$$

On:

- $H_{1/2}$: pèrdua de càrrega (m)
- f: coeficient de fricció (adimensional)
- V: velocitat (m/s)
- g: força de la gravetat (m/s^2)
- D: diàmetre de la canonada (m)
- L: longitud total de la instal·lació (m)

Si la canonada és d'acer inoxidable, la seva rugositat relativa (ε) és 0,0009. El coeficient de fricció es determina en el diagrama de Moody (Figura 11.1). En aquest cas, és 0,021.

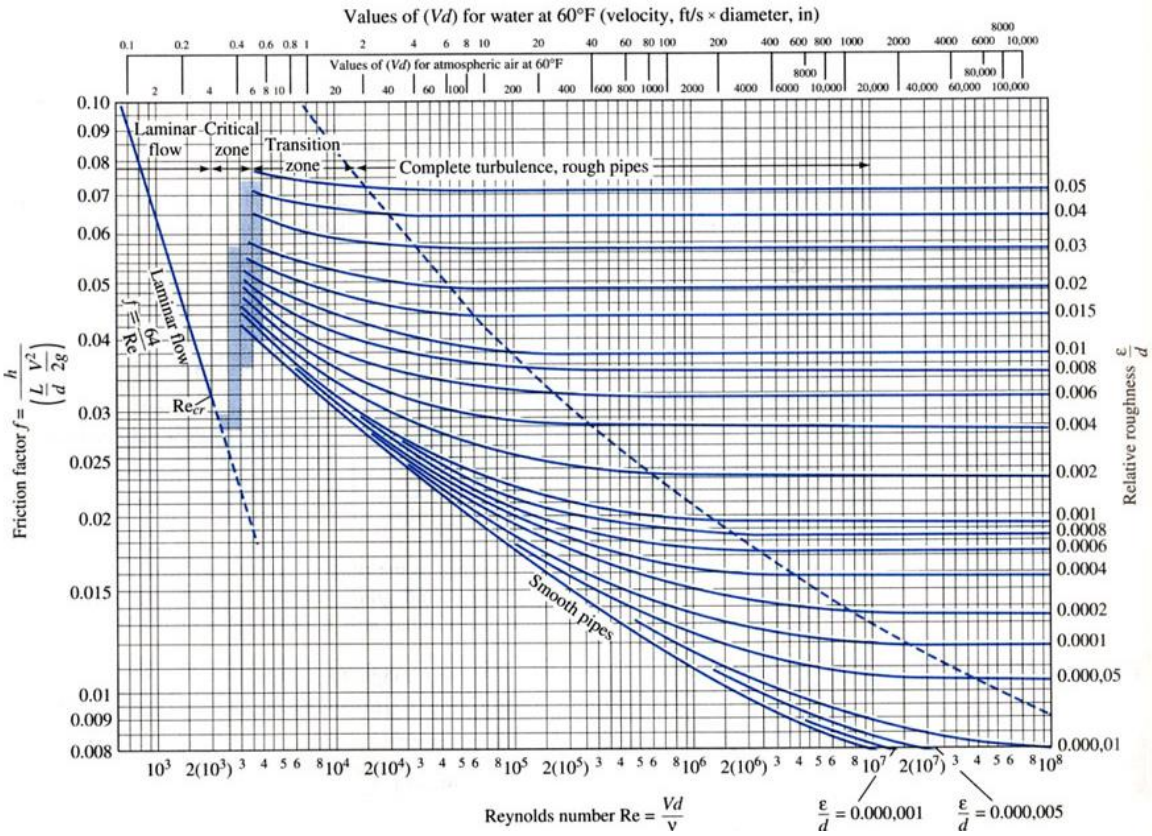


Figura 11.1. Diagrama de Moody. Font: adaptat L.F. Moody. Trans ASME, vol 66, 1944

Amb les dades anteriors, es pot calcular la pèrdua de càrrega:

$$H_{1/2} = 0{,}02 \cdot \frac{21{,}4 \cdot 20^2}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}42} = 20{,}77\ m$$

Com que la pressió és més baixa que a la sortida de la caldera, l'aire no arriba al ventilador. Per evitar-ho, es calcula la potència necessària que ha de tenir la bomba perquè l'aire arribi fins als ventiladors. S'utilitza l'equació de Bernouilli:

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + \frac{P_1}{\gamma} + H_m = h_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + \frac{P_2}{\gamma} + H_{1/2}$$

On:

- $h_1\ i\ h_2$: altures geomètriques (m)
- $\frac{v_1^2}{2 \cdot g}$: altures cinètiques (m)
- $\frac{P_1}{\gamma}$: altures de pressió (m)
- $H_{1/2}$: pèrdues de càrrega entre 2 punts de la instal·lació

Si s'aplica l'equació de Bernouilli al tram que es vol dimensionar, s'obté que:

$$0 + 0 + 0 + H_m = 0 + 0 + 10{,}33 + H_{1/2} \rightarrow H_m = 10{,}33 + H_{1/2}$$

En aquest cas, ja s'ha calculat la pèrdua de càrrega del tram ½. Com que aquesta és de 20,77 m, s'obté:

$$H_m = 10{,}33 + 20{,}77 = 31{,}07\ m$$

L'equació per al càlcul de la potència necessària és:

$$Pot = \frac{H_m \cdot \gamma \cdot Q}{\eta \cdot 75}$$

On:

- Pot: potència necessària de la bomba (CV)
- H_m: altura manomètrica (m)
- γ: densitat del fluid (kg/m^3)
- Q: cabal (m^3/s)
- η: rendiment (adimensional)
- 75: factor de conversió (kg m/s/1 CV)

La potència de la bomba necessària es calcula suposant un rendiment del 35%:

$$Pot = \frac{31{,}07 \cdot 1{,}3 \cdot 2{,}81}{0{,}35 \cdot 75} = 4{,}32\ CV$$

Es passa de CV a W:

$$4{,}32\ CV \cdot \frac{0{,}735\ kW}{1\ CV} = 3{,}177\ kW = 3177\ W$$

11.7.2. Tram de retorn d'aire

Aquesta conducció anirà de la sortida del cicló fins a l'entrada de la caldera. És interessant fer aquesta instal·lació ja que l'aire encara estarà relativament calent i l'aportació de calor a la caldera no haurà de ser tan gran. El cabal d'aigua a l'entrada del procés de deshidratació és de $2{,}67 \cdot 10^{-4}$ m^3/s, d'acord amb l'apartat 4.2.25 de l'annex 4.

$$w \cdot C_p \cdot \Delta T = w \cdot C_p \cdot \Delta T$$

On:

- w: és el cabal màssic de l'aire i de l'aigua (kg/s)
- C_p: és el calor específic de l'aire i de l'aigua (J/kg·K)
- ΔT: és el diferencial de temperatures (ºC)

Substituint els valors, s'obté:

$$2{,}81 \cdot 1012 \cdot (140 - T) = 2{,}67 \cdot 10^{-4} \cdot 4182 \cdot (100 - 20)$$

$$T = 139\ °\mathrm{C}$$

La temperatura de l'aire no es modifica quasi, ja que els cabals són molt diferents. No obstant això, la recuperació d'aquest cabal d'aire calent se situa al voltant del 30%. La temperatura resultant de l'aire que entrarà a la caldera serà:

$$T = 0{,}3 \cdot 139\ °\mathrm{C} + 0{,}7 \cdot 20\ °\mathrm{C} = 55{,}7°\mathrm{C}$$

La temperatura del cabal d'entrada serà de 55,7 ºC. Degut a les similituds amb la instal·lació d'alimentació d'aire, es considerarà una bomba de igual potència (3177 W) per a fer aquest transport.

ANNEX XII. – JUSTIFICACIÓ DE PREUS

12.1. Introducció

En aquest annex es detallen els preus que s'han emprat per a realitzar el document amidaments i pressupost. El document esmentat ha estat elaborat a partir de la base de dades de l'ITEC. Aquest annex està compost per les Taules 13.1, 13.2, 13.3 i 13.4.

Taula 12.1. Preus bàsics de la mà d'obra

Preus Bàsics de mà d'obra			
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Quantitat (€)***
A0140000	h	Manobre	18,80
A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	22,51
A0134000	h	Ajudant ferrallista	19,99
A012J000	h	Oficial 1a lampista	23,26
A013J000	h	Ajudant lampista	19,96
A0127000	h	Oficial 1a col·locador	22,51
A0137000	h	Ajudant col·locador	19,99
A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	22,51
A0121000	h	Oficial 1a	22,51
A0150000	h	Manobre especialista	19,45
A0129000	h	Oficial 1a guixaire	22,51
A0149000	h	Manobre guixaire	18,8
A012D000	h	Oficial 1a pintor	22,51
A013D000	h	Ajudant pintor	19,99
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96
A012G000	h	Oficial 1a calefactor	23,26
A013G000	h	Ajudant calefactor	19,96
A0125000	h	Oficial 1a soldador	22,88
A01H4000	h	Manobre per a seguretat	18,8

Font. Elaboració pròpia

Taula 12.2. Preus bàsics de la maquinària

Preus bàsics de la maquinària			
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Quantitat (€)***
C1313330	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	50,00
C1312340	h	Pala excavadora giratòria sobre pneumàtics de 15 a 20 t	83,24
C1316100	h	Minicarregadora sobre pneumàtics de 2 a 5,9 t	44,20
C1335010	h	Corró vibratori autopropulsat, d'1,5 a 2,5 t	39,03
C1313330	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	50,00
C1501800	h	Camió per a transport de 12 t	37,71
C1103331	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t, amb martell trencador	69,38
C1313330	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	50,00
C150G800	h	Grua autopropulsada de 12 t	48,98
C150G800	h	Grua autopropulsada de 12 t	48,98
C2003000	h	Remolinador mecànic	4,92
C2005000	h	Regle vibratori	4,53
C1503000	h	Camió grua	44,62
C200P000	h	Equip i elements auxiliars per a soldadura elèctrica	3,12
CZ112000	h	Grup electrogen de 20 a 30 kVA	8,39

Font: elaboració pròpia

Taula 12.3. Preus bàsics dels materials

Preus bàsics dels materials			
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Quantitat (€)***
B065E60C	m^3	Formigó HA-30/P/20/IIa de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa	69,12
B0A14200	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm	1,16
D0B2A100	kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulat a taller B500S, de límit elàstic >= 500 N/mm2	0,85
BD13229B	m	Tub de PVC-U de paret estructurada, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1453-1, de DN 40 mm i de llargària 5 m, per a encolar	0,84
BDW3B200	u	Accessori genèric per a tub de PVC de D=40 mm	0,69
BDY3B200	u	Element de muntatge per a tub de PVC de D=40 mm	0,01
BD13179B	m	Tub de PVC-U de paret massissa, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1329-1, de DN 110 mm i de llargària 5 m, per a encolar	2,79
BDW3B700	u	Accessori genèric per a tub de PVC de D=110 mm	5,14
BDY3B700	u	Element de muntatge per a tub de PVC de D=110 mm	0,08
BD13169B	m	Tub de PVC-U de paret massissa, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1329-1, de DN 90 mm i de llargària 5 m, per a encolar	2,11
BDW3B600	u	Accessori genèric per a tub de PVC de D=90 mm	2,63
BDY3B600	u	Element de muntatge per a tub de PVC de D=90 mm	0,04
BD13189B	m	Tub de PVC-U de paret massissa, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1329-1, de DN 125 mm i de llargària 5 m, per a encolar	3,18
BDW3B800	u	Accessori genèric per a tub de PVC de D=125 mm	7,18
BDY3B800	u	Element de muntatge per a tub de PVC de D=125 mm	0,11
BD144A30	m	Tub de planxa galvanitzada i lacada amb unió plegada de DN 100 mm i 0,6 mm de gruix	5,18
BD1Z5000	u	Brida per a tub de planxa galvanitzada	9,19
BDW44A30	u	Accessori per a baixant de tub de planxa galvanitzada i lacada amb unió plegada de DN 100 mm i 0,6 mm de gruix	8,16
BDY47A30	u	Element de muntatge per a baixant de tub de planxa galvanitzada i lacada amb unió plegada de DN 100 mm i 0,6 mm de gruix	0,81
BD13189B	m	Tub de PVC-U de paret massissa, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1329-1, de DN 125 mm i de llargària 5 m, per a encolar	3,18
BDW3B800	u	Accessori genèric per a tub de PVC de D=125 mm	7,18
BDY3B800	u	Element de muntatge per a tub de PVC de D=125 mm	0,11

Preus bàsics dels materials			
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Quantitat (€)***
BD3F3440	u	Pericó prefabricat de PVC de 400x400x400 mm, registrable, amb tapa cega de PVC reforçada	36,53
BD3F3540	u	Pericó prefabricat de PVC de 550x550x550 mm, registrable, amb tapa cega de PVC reforçada	100,05
B4P15682	u	Pilar prefabricat de formigó armat de secció rectangular massissa de 40x40 cm, de 8 m d'alçària lliure màxima, per anar vist, amb armadura de capacitat mecànica de 1150 a 1400 kN/m, amb una mènsula a una cara, per a encastar a la base	558,61
B4P18AF2	u	Pilar prefabricat de formigó armat de secció rectangular massissa de 50x50 cm, de 15 m d'alçària lliure màxima, per anar vist, amb armadura de capacitat mecànica de 1900 a 2300 kN/m, amb una mènsula a una cara, per a encastar a la base	1.496,61
E32515C4	m^3	Formigó per a murs de contenció de 3 m d'alçària com a màxim, HA-25/B/10/IIa de consistència tova i grandària màxima del granulat 10 mm i abocat amb bomba	93,21
E32B300P	kg	Armadura per a murs de contenció AP500 S, d'una alçària màxima de 3 m, d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2	1,24
B0C5D725HIOP		Panell sandvitx metàl·lic per a coberta de dues grecas amb ànima de llana de roca Rocline de 100 kg per mètre cúbic, gruix 50 mm, ample 1,15 m, llarge 2-12 m. Transmitància = 0,69 W/m^2k ref. ACH/C/5H/5	37,69
B0CHS165	m	Remat 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	6,22
B06NLA2B	m^3	Formigó de neteja, amb una dosificació de 150 kg/m3 de ciment, consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, HL-150/B/20	58,00
B065970B	m^3	Formigó HA-25/B/20/IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 300 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa	67,51
B9GZ1200	t	Pols de quars color	1.507,65
B0A14200	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm	1,16
B0B34234	m^2	Malla electrosoldada de barres corrugades d'acer ME 15x15 cm D:6-6 mm 6x2,2 m B500SD UNE-EN 10080	2,17
B9DC1333	m^2	Rajola de gres porcellànic premsat per a paviments flotants de 35x35 cm i 9 mm de gruix, formada per dues peces adherides amb resines, preu alt	79,81

Preus bàsics dels materials			
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Quantitat (€)***
B0E284L7	u	Bloc foradat de morter de ciment, amb relleu, de 400x200x200 mm, amb components hidrofugants, de cara vista, blanc, categoria I segons norma UNE-EN 771-3	2,35
D0712641	m^3	Morter de ciment amb ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L i sorra, amb additiu hidròfug i 250 kg/m3 de ciment, amb una proporció en volum 1:6 i 5 N/mm2 de resistència a compressió, elaborat a l'obra	88,63
B0A12000	kg	Filferro acer galvanitzat	2,01
B0A62D90	u	Tac d'acer de d 6 mm, amb cargol, volandera i femella	0,56
B8414490	m^2	Placa d'escaiola de cara vista , preu superior, de 600x600 mm amb cantells encadellats, per a cel ras fix, i reacció al foc A2-s1, d0	4,87
B0A5AA00	u	Cargol autoroscant amb volandera	0,14
B6A154B0	m^2	Reixat d'acer de 0,6 m d'alçària format per panells de 2,75 x 0,6 m amb malla emmarcada , marc format per tub de 40x40x1,5 mm i malla electrosoldada de 50x300 mm i 5 mm de gruix , fixats mecànicament a suports verticals de tub de secció circular de diàmetre 60 mm i 2 mm de gruix , situats cada 2,9 m als extrems de cada panell, amb acabat galvanitzat	15,85
EAFA210C	u	Porta d'alumini lacat blanc, col·locada sobre bastiment de base, amb una fulla batent, per a un buit d'obra aproximat de 90x215 cm, elaborada amb perfils de preu alt	403,05
EANV3383	u	Bastiment de base per a porta, de tub d'acer galvanitzat de secció 60x20 mm2, per a un buit d'obra aproximat de 90x215 cm	23,55
EC151706	m^2	Vidre laminar de seguretat , de 3+3 mm de gruix, amb 2 butiral transparent, classe 1 (B) 1 segons UNE-EN 12600, col·locat amb perfils conformats de neoprè sobre alumini o PVC	52,28
EAF1149C	u	Finestra d'alumini lacat blanc, col·locada sobre bastiment de base, amb una fulla batent, per a un buit d'obra aproximat de 75x90 cm, elaborada amb perfils de preu alt, classificació mínima 4 de permeabilitat a l'aire segons UNE-EN 12207, classificació mínima 9A d'estanquitat a l'aigua segons UNE-EN 12208 i classificació mínima C4 de resistència al vent segons UNE-EN 12210, sense persiana	134,09
EAN51221	u	Bastiment de base per a finestra, de tub d'acer galvanitzat de secció 40x20 mm2, per a un buit d'obra aproximat de 75x90 cm	11,68
EC171324	m^2	Vidre aïllant de lluna incolora de 4 mm de gruix, cambra d'aire de 8 mm i lluna de 6 mm de gruix incolora, col·locat amb perfils conformats de neoprè sobre alumini o PVC	41,71

Preus bàsics dels materials			
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Quantitat (€)***
BARB1201	m^2	Porta enrotllable amb fulla cega de perfils articulats de planxa d'acer pintat al forn, compensada amb molles helicoïdals d'acer, amb guies laterals i pany	89,36
D0701821	m^3	Morter de ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L i sorra, amb 380 kg/m3 de ciment, amb una proporció en volum 1:4 i 10 N/mm2 de resistència a compressió, elaborat a l'obra	87,8339
BAW82JB2	m^2	Automatisme amb motor reductor i fre electromagnètic per a porta enrotllable, de 15 m2 de superfície màxima, monofàsic a 230 V de tensió, amb eix de 48 mm, politja de 200 mm i accessoris de muntatge, per a fixar a l'eix de la porta	732,60
BARB1201	m^2	Porta enrotllable amb fulla cega de perfils articulats de planxa d'acer pintat al forn, compensada amb molles helicoïdals d'acer, amb guies laterals i pany	89,36
BAFA210LBR5R	m^2	Porta de perfils d'alumini sèrie PH, d'una fulla d'obertura interior batent, un punt de tancament, articulació de pivots, 63 mm de mòdul, d'1.5 a 1.99 m2, acabat lacat blanc, ref. PPH-BA de la serie PH de TECHNAL	638,00
B0521200	kg	Guix de designació C6/20/2, segons la norma UNE-EN 13279-1	0,11
D07J1100	m^3	Pasta de guix B1	107,99
B89ZPD00	kg	Pintura plàstica per a interiors	3,16
B0A75600	u	Abraçadora plàstica, de 16 mm de diàmetre interior	0,26
BFA13640	m	Tub de PVC de 16 mm de diàmetre nominal, de 20 bar de pressió nominal, per a encolar, segons la norma UNE-EN 1452-2	0,25
BFWA1340	u	Accessori per a tub de PVC-U a pressió, de 16 mm de diàmetre nominal exterior, per a encolar	0,68
BFA15540	m	Tub de PVC de 25 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió nominal, per a encolar, segons la norma UNE-EN 1452-2	0,45
BFWA1540	u	Accessori per a tub de PVC-U a pressió, de 25 mm de diàmetre nominal exterior, per a encolar	0,92
BFYA1540	u	Part proporcional d'elements de muntatge per a tub de PVC-U a pressió, de 25 mm de diàmetre nominal exterior, encolat	0,05
BFA16540	m	Tub de PVC de 32 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió nominal, per a encolar, segons la norma UNE-EN 1452-2	0,65
BFWA1640	u	Accessori per a tub de PVC-U a pressió, de 32 mm de diàmetre nominal exterior, per a encolar	1,37
BFYA1640	u	Part proporcional d'elements de muntatge per a tub de PVC-U a pressió, de 32 mm de diàmetre nominal exterior, encolat	0,08

Preus bàsics dels materials			
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Quantitat (€)***
BFA17340	m	Tub de PVC de 40 mm de diàmetre nominal, de 6 bar de pressió nominal, per a encolar, segons la norma UNE-EN 1452-2	0,38
BFWA1740	u	Accessori per a tub de PVC-U a pressió, de 40 mm de diàmetre nominal exterior, per a encolar	2,12
BFYA1740	u	Part proporcional d'elements de muntatge per a tub de PVC-U a pressió, de 40 mm de diàmetre nominal exterior, encolat	0,10
BJM1240F	u	Comptador d'aigua, per velocitat, de llautó, amb unions embridades de diàmetre nominal 3", per a connectar a la bateria o al ramal	627,33
BJ651113	u	Filtre tipus Y per a xarxa de subministrament d'aigua, de diàmetre nominal 1 ", de pressió nominal 16 bar, amb cos de llautó, malla d'acer inoxidable amb bany de plata de pas 0,05 mm, connexió roscada, autonetejant	341,26
BN8J3650	u	Vàlvula de retenció de bola, segons la norma UNE-EN ISO 16137, de cos recte, per a encolar, DN 15 (per a tub de 20 mm de diàmetre nominal), de 16 bar de pressió nominal, cos de PVC-U i tancament d'etilè propilè diè (EPDM)	5,23
BN8J3660	u	Vàlvula de retenció de bola, segons la norma UNE-EN ISO 16137, de cos recte, per a encolar, DN 20 (per a tub de 25 mm de diàmetre nominal), de 16 bar de pressió nominal, cos de PVC-U i tancament d'etilè propilè diè (EPDM)	6,57
BN8J3670	u	Vàlvula de retenció de bola, segons la norma UNE-EN ISO 16137, de cos recte, per a encolar, DN 25 (per a tub de 32 mm de diàmetre nominal), de 16 bar de pressió nominal, cos de PVC-U i tancament d'etilè propilè diè (EPDM)	10,00
BN8J3680	u	Vàlvula de retenció de bola, segons la norma UNE-EN ISO 16137, de cos recte, per a encolar, DN 32 (per a tub de 40 mm de diàmetre nominal), de 16 bar de pressió nominal, cos de PVC-U i tancament d'etilè propilè diè (EPDM)	11,08
BN8J3640	u	Vàlvula de retenció de bola, segons la norma UNE-EN ISO 16137, de cos recte, per a encolar, DN 10 (per a tub de 16 mm de diàmetre nominal), de 16 bar de pressió nominal, cos de PVC-U i tancament d'etilè propilè diè (EPDM)	5,23
BM213610	u	Hidrant soterrat amb pericó de registre, amb una sortida de 100 mm de diàmetre i de 3" de diàmetre de connexió a la canonada	309,17
BJ12B71N	u	Plat de dutxa quadrat de porcellana esmaltada, de 700x700 mm, de color blanc, preu superior	64,93
D0701641	m^3	Morter de ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L i sorra, amb 250 kg/m3 de ciment, amb una proporció en volum 1:6 i 5 N/mm2 de resistència a compressió, elaborat a l'obra	76,38

Preus bàsics dels materials			
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Quantitat (€)***
B7J50010	dm^3	Massilla per a segellats, d'aplicació amb pistola, de base silicona neutra monocomponent	14,35
BJ13B611	u	Lavabo mural de porcellana esmaltada, senzill, d'amplària <= 53 cm, de color blanc i preu superior	124,84
B7J50010	dm^3	Massilla per a segellats, d'aplicació amb pistola, de base silicona neutra monocomponent	14,35
BJ14B11N	u	Inodor per a col·locar sobre el paviment de porcellana esmaltada, de sortida vertical, amb seient i tapa, color blanc i preu superior	146,08
BJ22111A	u	Aixeta mescladora manual, mural, per a muntar superficialment, per a dutxa de telèfon, de llautó cromat, preu superior, amb dues entrades de 1/2" i sortida de 1/2"	87,62
BJ22X910HJM6	u	Maneta per a dutxa mesures 222x35 mm, acabat crom, ref. N158760001 de la serie Manetes de dutxa de NOKEN	28,73
BNH16220	u	Bomba centrífuga autoaspirant de 3 m3/h de cabal, com a màxim, de pressió màxima 1 bar, de preu alt	203,89
BG11CL30	u	Caixa general de protecció de polièster reforçat amb fibra de vidre , de 630 A, segons esquema Unesa número 9 , inclosa base portafusibles trifàsica (sense fusibles), neutre seccionable, borns de connexió i grau de protecció IP-43, IK09	446,94
BG142202	u	Caixa per a quadre de distribució, metàl·lica, per a una filera de quinze mòduls i per a muntar superficialment	26,55
BG516780	u	Comptador trifàsic de tres fils per a mesurar energia activa doble tarifa , per a 230 o 400 V, per a trafos d'intensitat de 5 A	281,21
BG43K150	u	Tallacircuit unipolar amb fusible de ganiveta de 630 A amb base de grandària 3	54,44
BGW43000	u	Part proporcional d'accessoris per a tallacircuits tipus ganiveta	0,25
BGY43000	u	Part proporcional d'elements especials per a tallacircuits tipus ganiveta	0,90
BG42WXRV	u	Bloc diferencial de caixa emmotllada de la classe A, gamma industrial, de fins a 630 A d'intensitat nominal, tetrapolar (4P), d'entre 0,3 i 30 A de sensibilitat, de desconnexió regulable entre les posicions fixe instantani, fixe selectiu i retardat amb temps de retard de 0 ms, 60 ms i 150 o 310 ms respectivament amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 60947-2, per a muntar directament adossat a l'interruptor automàtic	1.017,03

Preus bàsics dels materials			
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Quantitat (€)***
BG42419B	u	Interruptor diferencial de la classe AC, gamma terciari, de 16 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de 0,01 A de sensibilitat, de desconnexió fix instantani, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61008-1, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	193,98
BG42129D	u	Interruptor diferencial de la classe AC, gamma residencial, de 25 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de 0,03 A de sensibilitat, de desconnexió fix instantani, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61008-1, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	24,54
BG42129H	u	Interruptor diferencial de la classe AC, gamma residencial, de 40 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de 0,03 A de sensibilitat, de desconnexió fix instantani, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61008-1, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	24,93
BG42429K	u	Interruptor diferencial de la classe AC, gamma terciari, de 63 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de 0,03 A de sensibilitat, de desconnexió fix instantani, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61008-1, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	184,10
BG42439M	u	Interruptor diferencial de la classe AC, gamma terciari, de 100 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de 0,3 A de sensibilitat, de desconnexió fix instantani, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61008-1, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	210,56
BG42WWRR	u	Bloc diferencial de caixa emmotllada de la classe A, gamma industrial, de fins a 250 A d'intensitat nominal, tetrapolar (4P), d'entre 0,03 i 10 A de sensibilitat, de desconnexió regulable entre les posicions fixe instantani, fixe selectiu i retardat amb temps de retard de 0 ms, 60 ms i 150 o 310 ms respectivament amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 60947-2, per a muntar directament adossat a l'interruptor automàtic	921,39

Preus bàsics dels materials			
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Quantitat (€)***
BG414A47	u	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 6 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, bipolar (1P+N), de 6000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898, d'1 mòdul DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	27,85
BG414A4D	u	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 25 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, bipolar (1P+N), de 6000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898, d'1 mòdul DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	28,10
BG414D1B	u	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 16 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, unipolar (1P), de 6000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898 i de 10 kA de poder de tall segons UNE-EN 60947-2, d'1 mòdul DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	13,27
BG414D1K	u	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 63 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, unipolar (1P), de 6000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898 i de 10 kA de poder de tall segons UNE-EN 60947-2, d'1 mòdul DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	39,34
BG414E2M	u	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 100 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, unipolar (1P), de 10000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898 i de 10 kA de poder de tall segons UNE-EN 60947-2, d'1,5 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	51,62
BG41LHNT	u	Interruptor automàtic magnetotèrmic de caixa emmotllada, de 400 A d'intensitat màxima, amb 3 pols i 3 relès i bloc de relès electrònic regulable per a interruptors fins a 630 A, de 45 kA de poder de tall segons UNE-EN 60947-2, per a muntar superficialment	1.207,21
BG312130	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 2,5 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	0,52
BG312130	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 2,5 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	0,52
BG312140	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 4 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	0,67
BG312150	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 6 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	0,87

Preus bàsics dels materials			
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Quantitat (€)***
BG312160	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 10 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	1,35
BG312170	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 16 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	1,95
BG312180	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 25 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	2,93
BG312190	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 35 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	3,65
BG212510	m	Tub rígid de PVC, de 16 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V	0,55
BG212710	m	Tub rígid de PVC, de 20 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V	0,71
BG212810	m	Tub rígid de PVC, de 25 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V	1,04
BG212910	m	Tub rígid de PVC, de 32 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V	1,46
BG212A10	m	Tub rígid de PVC, de 40 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V	2,16
BHA1E3N0	u	Llumenera industrial sense difusor ni reflector i 1 tub fluorescent de 58 W, de forma rectangular, amb xassís de planxa d'acer perfilat	28,16
BH619PJA	u	Llum d'emergència no permanent i no estanca, amb grau de protecció IP4X, de forma rectangular amb difusor i cos de policarbonat, amb làmpada fluorescent d'11 W, flux aproximat de 540 a 570 lúmens, 1 h d'autonomia, preu mitjà	95,31

Preus bàsics dels materials			
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Quantitat (€)***
BHA21BT0	u	Llumenera industrial amb distribució simètrica extensiva i làmpada amb vapor de sodi a pressió alta de 150 W, de xapa d'alumini anoditzat, amb equip elèctric incorporat, oberta	89,79
BHU312E1	u	Làmpada de vapor de sodi de pressió alta de forma ovoide, amb casquet E40, de potència 150 W	14,37
BG631156ITWM	u	Base d'endoll bipolar universal, amb presa de terra lateral Schuko, embornament a cargol, amb dispositiu de seguretat, amb tapa, Simon 31, de color blanc neu, ref. 31432-60 de la serie Bases endoll Simon 31 de SIMON	8,42
BG6P1262C8U7	u	Presa de corrent industrial de tipus mural, tripolar amb presa de terra (3P+T), posició del contacte de terra a les 6h, de 16 A i 380-415 V de tensió nominal segons UNE-EN 60390, de color vermell, grau de protecció IP-44, ref. CT-9971 de la serie Cetact de BJC	7,64
EG161611	u	Caixa de derivació rectangular de plàstic, de 130x200 mm, amb grau de protecció IP-40, encastada	17,6634
EG225711	m	Tub flexible corrugat de PVC folrat exteriorment, de 20 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 320 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V, muntat encastat	1,12973
EG323124	m	Cable amb conductor de coure 450/750 V de tensió assignada, amb designació H07V-U, unipolar, de secció 1 x 1,5 mm2, amb aïllament PVC, col·locat en tub	0,86202
EG611021	u	Caixa de mecanismes, per a un element, preu alt, encastada	1,96737
EG641171	u	Polsador de tipus universal, 10 A 250 V, amb 1 contacte NA, amb tecla, preu econòmic, encastat	8,74584
EG671111	u	Marc per a mecanisme universal, d'1 element, preu econòmic, col·locat	2,68242
BG151111	u	Caixa de derivació quadrada de plàstic, de 70x70 mm, amb grau de protecció IP-40 i per a encastar	0,47
BEFD4F44	u	Bomba de calor horitzontal compacta d'expansió directa amb condensació per aire, amb ventiladors centrífugs al condensador i a l'evaporador, de 6,5 kW de potència tèrmica aproximada tant en fred com en calor, de 2,5 kW de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació trifàsica de 230 V, amb una pressió disponible de 60 Pa, amb 1 compressor hermètic rotatiu i fluid frigorífic R407c o R410a, amb termòstat ambient per cable i safata de recollida de condensats	2.900,00

Preus bàsics dels materials			
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Quantitat (€)***
BF1B1M30	u	Colze de 90° d'acer negre ST-35, de 18" de DN amb radi de gir 1,5 diàmetre, per a soldar	697,67
B0A77X00	u	Abraçadora de polipropilè reforçada amb plaques d'acer inoxidable, de 38 mm de diàmetre interior	6,94
BF443X60	m	Tub d'acer inoxidable 1.4404 (AISI 316L) amb soldadura longitudinal, de 38 mm de diàmetre exterior i de 3 mm de gruix de paret, segons UNE-EN 10217-7	18,12
B0A77700	u	Abraçadora de polipropilè reforçada amb plaques d'acer inoxidable, de 12 mm de diàmetre interior	5,47
BF443720	m	Tub d'acer inoxidable 1.4404 (AISI 316L) amb soldadura longitudinal, de 12 mm de diàmetre exterior i d'1,2 mm de gruix de paret, segons UNE-EN 10217-7	3,10
BFW43410	u	Accessori per a tubs d'acer inoxidable, amb junt metàl·lic bicònic, de 12 mm de diàmetre, per a unió a compressió i pressió mitjana	18,54
BNH16220	u	Bomba centrífuga autoaspirant de 3 m3/h de cabal, com a màxim, de pressió màxima 1 bar, de preu alt	203,89
BM111110	u	Detector de fums òptic per a instal·lació contra incendis convencional, segons norma UNE-EN 54-7, amb base d'encastar	27,81
BM141102	u	Polsador d'alarma per a instal·lació contra incendis convencional, accionament manual per trencament d'element fràgil, segons norma UNE-EN 54-11, per a muntar superficialment	7,68
BM31U006	u	Extintor automàtic de pols seca polivalent ABC de 6 Kg de capacitat i una eficàcia de 27A-183B/C, amb manòmetre, percutor tèrmic i possibilitat de dispar manual, inclosos els suports per a penjar del sostre	61,08
BMY3U010	u	Suport d'extintor per a anar penjat al sostre	9,29
BM23FTAA	u	Boca d'incendis equipada de 45 mm de diàmetre, BIE-45, formada per armari de fibra de vidre i porta de fibra de vidre , inclosa BIE (debanadora d'alimentació axial abatible,mànega de 20 m i llança) , per a col·locar superficialment	293,45
BM241A20	u	Ruixador automàtic cara amunt, de bronze, amb dispositiu fusible metàl·lic d'una temperatura d'accionament de 68 a 74 °C, de 1/2" de diàmetre	4,32
BBBAC001	u	Senyal indicativa de la ubicació d'equips d'extinció d'incendis, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons vermell, de forma rectangular o quadrada, costat major 120 cm, per ésser vista fins 50 m de distància, per a seguretat i salut	149,37

Taula 13.3. Preus compostos

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
CAPITOL 1. MOVIMENTS DE TERRA					
E22113C2	**m^2**	**Neteja i esbrossada del terreny realitzada amb retroexcavadora i càrrega mecànica sobre camió**			**1,95**
C1313330	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	50,00	0,04	1,95
E221C472	**m^3**	**Excavació per a caixa de paviment en terreny compacte (SPT 20-50), realitzada amb pala excavadora i càrrega directa sobre camió**			**3,75**
C1312340	h	Pala excavadora giratoria sobre pneumàtics de 15 a 20 t	83,24	0,05	3,75
E225177F	**m^3**	**Terraplenat i piconatge mecànics amb terres adequades, en tongades de fins a 25 cm, amb una compactació del 95% del PM**			**3,41**
A0140000	h	Manobre	18,80	0,01	0,19
C1316100	h	Minicarregadora sobre pneumàtics de 2 a 5,9 t	44,20	0,03	1,46
C1335010	h	Corró vibratori autopropulsat, d'1,5 a 2,5 t	39,03	0,05	1,76
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	0,19	0,02	0,00
E222142A	**m^3**	**Excavació de rasa i pou de fins a 2 m de fondària, en terreny compacte (SPT 20-50), realitzada amb retroexcavadora i càrrega mecànica sobre camió**			**7,15**
C1313330	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	50,00	0,14	7,15
E2R35069	**m3**	**Transport de terres a instal·lació autoritzada de gestió de residus, amb camió de 12 t i temps d'espera per a la càrrega amb mitjans mecànics, amb un recorregut de més de 10 i fins a 15 km**			**5,66**
C1501800	h	Camió per a transport de 12 t	37,71	0,15	5,66
E222272A	**m^3**	**Excavació de rasa i pou de fins a 4 m de fondària, en roca de resistència a la compressió baixa (< 25 MPa), realitzada amb retroexcavadora amb martell trencador i càrrega mecànica sobre camió**			**33,20**
C1103331	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t, amb martell trencador	69,38	0,32	22,20

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
C1313330	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	50,00	0,22	11,00
CAPÍTOL 2. FONAMENTS					
E31521M3	**m^3**	**Formigó per a rases i pous de fonaments, HM-20/P/40/I, de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 40 mm, abocat amb cubilot**			**72,24 €**
A0140000	h	Manobre	18,80	0,44	8,27
B064500C	m^3	Formigó HM-20/P/40/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 40 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	58,04	1,10	63,84
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	8,27	0,02	0,12
E3152BG1	**m^3**	**Formigó per a rases i pous de fonaments, HA-30/P/20/IIa, de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat des de camió**			**80,80**
A0140000	h	Manobre	18,80	0,25	4,70
B065E60C	m^3	Formigó HA-30/P/20/IIa de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa	69,12	1,10	76,03
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	4,70	0,02	0,07
E31B3000	**kg**	**Armadura de rases i pous AP500 S d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2**			**1,15**
A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	22,51	0,01	0,14
A0134000	h	Ajudant ferrallista	19,99	0,01	0,16
B0A14200	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm	1,16	0,01	0,01
D0B2A100	kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulat a taller B500S, de límit elàstic >= 500 N/mm2	0,85	1,00	0,85
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	0,29	0,02	0,00
CAPÍTOL 3. SANEJAMENT					
ED111E21	**m**	**Desguàs d'aparell sanitari amb tub de PVC-U de paret estructurada, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1453-1, de DN 40 mm, fins a baixant, caixa o clavegueró**			**13,90**
A012J000	h	Oficial 1a lampista	23,26	0,36	8,37
A013J000	h	Ajudant lampista	19,96	0,18	3,59

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
BD13229B	m	Tub de PVC-U de paret estructurada, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1453-1, de DN 40 mm i de llargària 5 m, per a encolar	0,84	1,25	1,05
BDW3B200	u	Accessori genèric per a tub de PVC de D=40 mm	0,69	1,00	0,69
BDY3B200	u	Element de muntatge per a tub de PVC de D=40 mm	0,01	1,00	0,01
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	11,97	0,02	0,18
ED111B71	**m**	**Desguàs d'aparell sanitari amb tub de PVC-U de paret massissa, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1329-1, de DN 110 mm, fins a baixant, caixa o clavegueró**			**20,85**
A012J000	h	Oficial 1a lampista	23,26	0,36	8,37
A013J000	h	Ajudant lampista	19,96	0,18	3,59
BD13179B	m	Tub de PVC-U de paret massissa, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1329-1, de DN 110 mm i de llargària 5 m, per a encolar	2,79	1,25	3,49
BDW3B700	u	Accessori genèric per a tub de PVC de D=110 mm	5,14	1,00	5,14
BDY3B700	u	Element de muntatge per a tub de PVC de D=110 mm	0,08	1,00	0,08
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	11,97	0,02	0,18
ED111B61	**m**	**Desguàs d'aparell sanitari amb tub de PVC-U de paret massissa, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1329-1, de DN 90 mm, fins a baixant, caixa o clavegueró**			**17,45**
A012J000	h	Oficial 1a lampista	23,26	0,36	8,37
A013J000	h	Ajudant lampista	19,96	0,18	3,59
BD13169B	m	Tub de PVC-U de paret massissa, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1329-1, de DN 90 mm i de llargària 5 m, per a encolar	2,11	1,25	2,64
BDW3B600	u	Accessori genèric per a tub de PVC de D=90 mm	2,63	1,00	2,63
BDY3B600	u	Element de muntatge per a tub de PVC de D=90 mm	0,04	1,00	0,04
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	11,97	0,02	0,18

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
ED111B81	**m**	**Desguàs d'aparell sanitari amb tub de PVC-U de paret massissa, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1329-1, de DN 125 mm, fins a baixant, caixa o clavegueró**			**23,41**
A012J000	h	Oficial 1a lampista	23,26	0,36	8,37
A013J000	h	Ajudant lampista	19,96	0,18	3,59
BD13189B	m	Tub de PVC-U de paret massissa, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1329-1, de DN 125 mm i de llargària 5 m, per a encolar	3,18	1,25	3,98
BDW3B800	u	Accessori genèric per a tub de PVC de D=125 mm	7,18	1,00	7,18
BDY3B800	u	Element de muntatge per a tub de PVC de D=125 mm	0,11	1,00	0,11
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	11,97	0,02	0,18
B5ZH26D0	**m**	**Canal exterior de secció rectangular de planxa de zinc de gruix 0,6 mm, de 45 cm de desenvolupament, com a màxim**			**10,37**
ED144A30	**m**	**Baixant de tub de planxa galvanitzada i lacada amb unió plegada de DN 100 mm i 0,6 mm de gruix, incloses les peces especials i fixat mecànicament amb brides**			**31,85**
A0127000	h	Oficial 1a col·locador	22,51	0,50	11,26
A0137000	h	Ajudant col·locador	19,99	0,25	5,00
BD144A30	m	Tub de planxa galvanitzada i lacada amb unió plegada de DN 100 mm i 0,6 mm de gruix	5,18	1,40	7,25
BD1Z5000	u	Brida per a tub de planxa galvanitzada	9,19	0,50	4,60
BDW44A30	u	Accessori per a baixant de tub de planxa galvanitzada i lacada amb unió plegada de DN 100 mm i 0,6 mm de gruix	8,16	0,33	2,69
BDY47A30	u	Element de muntatge per a baixant de tub de planxa galvanitzada i lacada amb unió plegada de DN 100 mm i 0,6 mm de gruix	0,81	1,00	0,81
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	16,25	0,02	0,24
ED111B81	**m**	**Desguàs d'aparell sanitari amb tub de PVC-U de paret massissa, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1329-1, de DN 125**			**23,41**

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
		mm, fins a baixant, caixa o claveguerò			
A012J000	h	Oficial 1a lampista	23,26	0,36	8,37
A013J000	h	Ajudant lampista	19,96	0,18	3,59
BD13189B	m	Tub de PVC-U de paret massissa, àrea d'aplicació B segons norma UNE-EN 1329-1, de DN 125 mm i de llargària 5 m, per a encolar	3,18	1,25	3,98
BDW3B800	u	Accessori genèric per a tub de PVC de D=125 mm	7,18	1,00	7,18
BDY3B800	u	Element de muntatge per a tub de PVC de D=125 mm	0,11	1,00	0,11
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	11,97	0,02	0,18
ED3F3440	**u**	**Pericó prefabricat de PVC de 400x400x400 mm, registrable, amb tapa cega de PVC reforçada, col·locat**			**46,82**
A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	22,51	0,20	4,50
A0140000	h	Manobre	18,80	0,30	5,64
BD3F3440	u	Pericó prefabricat de PVC de 400x400x400 mm, registrable, amb tapa cega de PVC reforçada	36,53	1,00	36,53
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	10,14	0,02	0,15
ED3F3540	**u**	**Pericó prefabricat de PVC de 550x550x550 mm, registrable, amb tapa cega de PVC reforçada, col·locat**			**110,34**
A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	22,51	0,20	4,50
A0140000	h	Manobre	18,80	0,30	5,64
BD3F3540	u	Pericó prefabricat de PVC de 550x550x550 mm, registrable, amb tapa cega de PVC reforçada	100,05	1,00	100,05
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	10,14	0,02	0,15
CAPÍTOL 4. ESTRUCTURA					
B4PA433H	**m**	**Jàssera prefabricada de formigó pretesat en forma de T invertida, de 30 cm d'amplària del nervi, 30 cm d'alçària del taló i 110 cm d'alçària total, amb un moment flector màxim de 1250 a 1610 kNm**			**152,88**
B4PA4334	**m**	**Jàssera prefabricada de formigó pretesat en forma de T invertida, de 30 cm d'amplària del nervi, 30 cm d'alçària del taló i 45 cm d'alçària total, amb**			**123,86**

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
		un moment flector màxim de 300 a 350 kNm			
B4LF0301	**m**	**Bigueta de formigó pretesat de 15 i 16 cm d'alçària, amb armadura activa de tensió compresa entre 26 i 61 kN**			**5,79**
E4P15682	**u**	**Pilar prefabricat de formigó armat de secció rectangular massissa de 40x40 cm, de 8 m d'alçària lliure màxima, per anar vist, amb armadura de capacitat mecànica de 1150 a 1400 kN/m, amb una mènsula a una cara, per a encastar a la base, col·locat amb grua**			**604,37**
A0121000	h	Oficial 1a	22,51	0,42	9,36
A0140000	h	Manobre	18,80	0,83	15,64
B4P15682	u	Pilar prefabricat de formigó armat de secció rectangular massissa de 40x40 cm, de 8 m d'alçària lliure màxima, per anar vist, amb armadura de capacitat mecànica de 1150 a 1400 kN/m, amb una mènsula a una cara, per a encastar a la base	558,61	1,00	558,61
C150G800	h	Grua autopropulsada de 12 t	48,98	0,42	20,38
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	25,01	0,02	0,38
E4P18AF2	**u**	**Pilar prefabricat de formigó armat de secció rectangular massissa de 50x50 cm, de 15 m d'alçària lliure màxima, per anar vist, amb armadura de capacitat mecànica de 1900 a 2300 kN/m, amb una mènsula a una cara, per a encastar a la base, col·locat amb grua**			**1.579,10**
A0121000	h	Oficial 1a	22,51	0,75	16,88
A0140000	h	Manobre	18,80	1,50	28,20
B4P18AF2	u	Pilar prefabricat de formigó armat de secció rectangular massissa de 50x50 cm, de 15 m d'alçària lliure màxima, per anar vist, amb armadura de capacitat mecànica de 1900 a 2300 kN/m, amb una mènsula a una cara, per a encastar a la base	1.496,6	1,00	1.496,61
C150G800	h	Grua autopropulsada de 12 t	48,98	0,75	36,74
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	45,08	0,02	0,68

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
B4456A00	**u**	**Element de fixació per a bigueta de 6 m de llargària, de planxa d'acer inoxidable plegada**			**22,46**
13522B83	**m^3**	**Mur de contenció de formigó armat de 3 m d'alçària com a màxim i fins a 30 cm de gruix, de formigó HA-25/B/10/IIa, abocat amb bomba, armadura AP500 S d'acer en barres corrugades amb una quantia de 50 kg/m3 i encofrat industrialitzat per a murs, no vist**			**276,26**
E32515C4	m^3	Formigó per a murs de contenció de 3 m d'alçària com a màxim, HA-25/B/10/IIa de consistència tova i grandària màxima del granulat 10 mm i abocat amb bomba	93,21	1,00	93,21
E32B300P	kg	Armadura per a murs de contenció AP500 S, d'una alçària màxima de 3 m, d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2	1,24	50,00	61,94
E32DFA03	m^2	Muntatge i desmuntatge d'una cara d'encofrat amb bastidors metàl·lics modulars amb tauler fenòlic, per a murs de base rectilínia, encofrats a dues cares, d'una alçària <= 3 m, per a formigó no vist	18,08	6,70	121,11
CAPÍTOL 5. COBERTA					
B0C5D725HIOP		**Panell sandvitx metàl·lic per a coberta de dues grecas amb ànima de llana de roca Rocline de 100 kg per mètre cúbic, gruix 50 mm, ample 1,15 m, llarge 2-12 m. Transmitància = 0,69 W/m^2k ref. ACH/C/5H/5**			**37,69**
E54ZS165	**m**	**Remat 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**			**15,75**
A0127000	h	Oficial 1a col·locador	22,51	0,25	5,63
A0137000	h	Ajudant col·locador	19,99	0,13	2,50
B0A5AA00	u	Cargol autoroscant amb volandera	0,14	6,00	0,84
B0CHS165	m	Remat de planxa d'acer plegada amb acabat prelacat, de 0,6 mm de gruix, 60 cm de desenvolupament,	6,22	1,07	6,66

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
		com a màxim, amb 5 plecs, per a carener			
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	8,13	0,02	0,12
CAPÍTOL 6. PAVIMENTS					
E3Z112T1	**m²**	**Capa de neteja i anivellament de 10 cm de gruix de formigó HL-150/B/20 de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat des de camió**			**10,67**
A0122000	h	Oficial 1a paleta	22,51	0,08	1,69
A0140000	h	Manobre	18,80	0,15	2,82
B06NLA2B	m³	Formigó de neteja, amb una dosificació de 150 kg/m3 de ciment, consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, HL-150/B/20	58,00	0,11	6,09
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	4,51	0,02	0,07
E9G2H242	**m²**	**Paviment de formigó de 20 cm de gruix acabat amb 4 kg/m2 de pols de quars color, amb formigó HA-25/B/20/IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 300 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa, col·locat amb transport interior mecànic, estesa i vibratge mecànic i remolinat mecànic**			**23,77**
A0121000	h	Oficial 1a	22,51	0,03	0,68
A0150000	h	Manobre especialista	19,45	0,06	1,17
B065970B	m³	Formigó HA-25/B/20/IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 300 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa	67,51	0,21	14,18
B9GZ1200	t	Pols de quars color	1.507	0,00	6,33
C1505120	h	Dúmper d'1,5 t de càrrega útil, amb mecanisme hidràulic	24,62	0,04	0,89
C2003000	h	Remolinador mecànic	4,92	0,08	0,39
C2005000	h	Regle vibratori	4,53	0,03	0,11
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	1,84	0,02	0,03
E9Z4MA16	**m²**	**Armadura per lloses de formigó AP500 SD amb malla electrosoldada de barres corrugades d'acer ME 15x15 cm D:6-6 mm 6x2,2 m B500SD UNE-EN 10080**			**3,57**
A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	22,51	0,02	0,50

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
A0134000	h	Ajudant ferrallista	19,99	0,02	0,44
B0A14200	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm	1,16	0,02	0,02
B0B34234	m^2	Malla electrosoldada de barres corrugades d'acer ME 15x15 cm D:6-6 mm 6x2,2 m B500SD UNE-EN 10080	2,17	1,20	2,60
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	0,94	0,02	0,01
B9DC1333	**m^2**	**Rajola de gres porcellànic premsat per a paviments flotants de 35x35 cm i 9 mm de gruix, formada per dues peces adherides amb resines, preu alt**			**79,81**
CAPÍTOL 7. TANCAMENTS					
E618N63Q	**m^2**	**Paret de tancament d'una cara vista de 20 cm de gruix de bloc foradat de morter ciment, de 400x200x200 mm, amb relleu, blanc amb components hidrofugants, categoria I segons la norma UNE-EN 771-3 col·locat amb morter ciment amb additiu hidròfug 1:6 de ciment pòrtland amb filler calcari**			**46,20**
A0122000	h	Oficial 1a paleta	22,51	0,50	11,26
A0140000	h	Manobre	18,80	0,25	4,70
B0E284L7	u	Bloc foradat de morter de ciment, amb relleu, de 400x200x200 mm, amb components hidrofugants, de cara vista, blanc, categoria I segons norma UNE-EN 771-3	2,35	12,14	28,52
D0712641	m^3	Morter de ciment amb ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L i sorra, amb additiu hidròfug i 250 kg/m3 de ciment, amb una proporció en volum 1:6 i 5 N/mm2 de resistència a compressió, elaborat a l'obra	88,63	0,01	1,32
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	15,96	0,03	0,40
K8414490	**m^2**	**Cel ras de plaques d'escaiola de cara vista, preu superior , de 600x600 mm sistema fix, cantell encadellats i suspensió amb filferro galvanitzat fixat amb tacs i cargols a l'estructura**			**14,40**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,20	4,65
A0140000	h	Manobre	18,80	0,13	2,35
B0A12000	kg	Filferro acer galvanitzat	2,01	0,25	0,50

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
B0A62D90	u	Tac d'acer de d 6 mm, amb cargol, volandera i femella	0,56	3,00	1,68
B8414490	m^2	Placa d'escaiola de cara vista , preu superior, de 600x600 mm amb cantells encadellats, per a cel ras fix, i reacció al foc A2-s1, d0	4,87	1,05	5,11
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	7,00	0,02	0,11
E635F225HI20	**m^2**	**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 color estàndard, diferent del blanc, gruix de les planxes (ext/int) de 0,6/0,5 mm, junt longitudinal encadellat i sistema de fixació oculta, per a façanes ref. ACH/F/HD/5 de la serie Panells sandwich d'ISOVER, col·locat en posició horitzontal**			**54,37**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,25	5,82
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,25	5,00
B0A5AA00	u	Cargol autoroscant amb volandera	0,14	3,00	0,42
B0C5G225HI20	m^2	Panell sandvitx metàl.lic per a façana, amb fixacions ocultes amb ànima de llana de roca Roclaine de 175 kg/m3, gruix 50 mm, ample 1,15 m, llarg 2-12 m transmitància <= 0,690 W/(m2K), ref. ACH/F/HD/5 de la serie Panells sandwich d'ISOVER	40,93	1,05	42,98
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	10,81	0,02	0,16
B6A154B0		**Reixat d'acer de 0,6 m d'alçària format per panells de 2,75 x 0,6 m amb malla emmarcada , marc format per tub de 40x40x1,5 mm i malla electrosoldada de 50x300 mm i 5 mm de gruix , fixats mecànicament a suports verticals de tub de secció circular de diàmetre 60 mm i 2 mm de gruix , situats cada 2,9 m als extrems de cada panell, amb acabat galvanitzat**			**15,85**
CAPÍTOL 8. FUSTERIA I VIDRERIA					

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
1A1EK11C	**m^2**	**Tancament exterior practicable per a un buit d'obra aproximat de 90x215 cm, amb porta d'alumini lacat amb una fulla batent i perfils de preu alt, bastiment de base de tub d'acer galvanitzat i vidre laminar de seguretat , de 3+3 mm de gruix, amb 2 butiral transparent, classe 1 (B) 1 segons UNE-EN 12600**			**262,39**
EAFA210C	u	Porta d'alumini lacat blanc, col·locada sobre bastiment de base, amb una fulla batent, per a un buit d'obra aproximat de 90x215 cm, elaborada amb perfils de preu alt	403,05	0,51	208,38
EANV3383	u	Bastiment de base per a porta, de tub d'acer galvanitzat de secció 60x20 mm2, per a un buit d'obra aproximat de 90x215 cm	23,55	0,51	12,17
EC151706	m^2	Vidre laminar de seguretat , de 3+3 mm de gruix, amb 2 butiral transparent, classe 1 (B) 1 segons UNE-EN 12600, col·locat amb perfils conformats de neoprè sobre alumini o PVC	52,28	0,8	41,83
1A1E1110	**m^2**	**Tancament exterior practicable per a un buit d'obra aproximat de 75x90 cm, amb finestra d'alumini lacat d'una fulla batent amb perfils de preu alt i classificació mínima 4 9A C4 segons normes, bastiment de base de tub d'acer galvanitzat, i vidre aïllant de 2 llunes incolores i cambra d'aire 6/8/4 mm**			**249,27**
EAF1149C	u	Finestra d'alumini lacat blanc, col·locada sobre bastiment de base, amb una fulla batent, per a un buit d'obra aproximat de 75x90 cm, elaborada amb perfils de preu alt, classificació mínima 4 de permeabilitat a l'aire segons UNE-EN 12207, classificació mínima 9A d'estanquitat a l'aigua segons UNE-EN 12208 i classificació mínima C4 de resistència al vent segons UNE-EN 12210, sense persiana	134,0	1,48	198,59

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
EAN51221	u	Bastiment de base per a finestra, de tub d'acer galvanitzat de secció 40x20 mm2, per a un buit d'obra aproximat de 75x90 cm	11,68	1,48	17,31
EC171324	m^2	Vidre aïllant de lluna incolora de 4 mm de gruix, cambra d'aire de 8 mm i lluna de 6 mm de gruix incolora, col·locat amb perfils conformats de neoprè sobre alumini o PVC	41,71	0,80	33,36
EARB1201	**m^2**	**Porta enrotllable amb fulla cega de perfils articulats de planxa d'acer pintat al forn, compensada amb molles helicoïdals d'acer, amb guies laterals i pany, ancorada amb morter de ciment 1:4**			**115,13**
A0121000	h	Oficial 1a	22,51	0,6	13,50
A0140000	h	Manobre	18,8	0,6	11,28
BARB1201	m^2	Porta enrotllable amb fulla cega de perfils articulats de planxa d'acer pintat al forn, compensada amb molles helicoïdals d'acer, amb guies laterals i pany	89,36	1	89,36
D0701821	m^3	Morter de ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L i sorra, amb 380 kg/m3 de ciment, amb una proporció en volum 1:4 i 10 N/mm2 de resistència a compressió, elaborat a l'obra	87,83	0,04	0,36
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	24,78	0,02	0,619
BAW82JB2	**m^2**	**Automatisme amb motor reductor i fre electromagnètic per a porta enrotllable, de 15 m2 de superfície màxima, monofàsic a 230 V de tensió, amb eix de 48 mm, politja de 200 mm i accessoris de muntatge, per a fixar a l'eix de la porta**			**732,60**
BARB1201	**m^2**	**Porta enrotllable amb fulla cega de perfils articulats de planxa d'acer pintat al forn, compensada amb molles helicoïdals d'acer, amb guies laterals i pany**			**89,36**
BAFA210LBR 5R	**m^2**	**Porta de perfils d'alumini sèrie PH, d'una fulla d'obertura interior batent, un punt de tancament, articulació de pivots, 63 mm de mòdul, d'1.5 a 1.99**			**638**

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
		m2, acabat lacat blanc, ref. PPH-BA de la serie PH de TECHNAL			
CAPÍTOL 9. PINTURA I ACABATS					
E8121212	**m^2**	**Enguixat a bona vista sobre parament vertical interior, a més de 3,00 m d'alçària, amb guix B1, acabat lliscat amb guix C6 segons la norma UNE-EN 13279-1**			**7,30**
A0129000	h	Oficial 1a guixaire	22,51	0,18	4,05
A0149000	h	Manobre guixaire	18,8	0,09	1,69
B0521200	kg	Guix de designació C6/20/2, segons la norma UNE-EN 13279-1	0,11	0,79	0,08
D07J1100	m^3	Pasta de guix B1	107,9	0,01	1,32
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	5,74	0,02	0,14
E898J2A0	**m^2**	**Pintat de parament vertical de guix, amb pintura plàstica amb acabat llis, amb una capa segelladora i dues d'acabat**			**4,39**
A012D000	h	Oficial 1a pintor	22,51	0,1	2,25
A013D000	h	Ajudant pintor	19,99	0,01	0,19
B89ZPD00	kg	Pintura plàstica per a interiors	3,16	0,39	1,25
B8ZA1000	kg	Segelladora	4,25	0,15	0,65
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	2,45	0,01	0,03
CAPÍTOL 10. INSTAL·LACIÓ D'AIGUA					
EFA13642	**m**	**Tub de PVC de 16 mm de diàmetre nominal exterior, de 20 bar de pressió nominal, encolat, segons la norma UNE-EN 1452-2, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment**			**5,86**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,11	2,67
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,11	2,29
B0A75600	u	Abraçadora plàstica, de 16 mm de diàmetre interior	0,26	1,25	0,32
BFA13640	m	Tub de PVC de 16 mm de diàmetre nominal, de 20 bar de pressió nominal, per a encolar, segons la norma UNE-EN 1452-2	0,25	1,02	0,25
BFWA1340	u	Accessori per a tub de PVC-U a pressió, de 16 mm de diàmetre nominal exterior, per a encolar	0,68	0,3	0,20

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
BFYA1340	u	Part proporcional d'elements de muntatge per a tub de PVC-U a pressió, de 16 mm de diàmetre nominal exterior, encolat	0,03	1	0,03
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	4,97	0,01	0,07
EFA15545	**m**	**Tub de PVC de 25 mm de diàmetre nominal exterior, de 16 bar de pressió nominal, encolat, segons la norma UNE-EN 1452-2, amb grau de dificultat mitjà i col·locat al fons de la rasa**			**7,81**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,16	3,72
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,16	3,19
BFA15540	m	Tub de PVC de 25 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió nominal, per a encolar, segons la norma UNE-EN 1452-2	0,45	1,02	0,45
BFWA1540	u	Accessori per a tub de PVC-U a pressió, de 25 mm de diàmetre nominal exterior, per a encolar	0,92	0,3	0,27
BFYA1540	u	Part proporcional d'elements de muntatge per a tub de PVC-U a pressió, de 25 mm de diàmetre nominal exterior, encolat	0,05	1	0,05
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	6,92	0,01	0,10
EFA16545	**m**	**Tub de PVC de 32 mm de diàmetre nominal exterior, de 16 bar de pressió nominal, encolat, segons la norma UNE-EN 1452-2, amb grau de dificultat mitjà i col·locat al fons de la rasa**			**8,62**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,17	3,95
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,17	3,39
BFA16540	m	Tub de PVC de 32 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió nominal, per a encolar, segons la norma UNE-EN 1452-2	0,65	1,02	0,66
BFWA1640	u	Accessori per a tub de PVC-U a pressió, de 32 mm de diàmetre nominal exterior, per a encolar	1,37	0,3	0,41
BFYA1640	u	Part proporcional d'elements de muntatge per a tub de PVC-U a pressió, de 32 mm de diàmetre nominal exterior, encolat	0,08	1	0,08
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	7,35	0,01	0,11

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
EFA17345	**m**	**Tub de PVC de 40 mm de diàmetre nominal exterior, de 6 bar de pressió nominal, encolat, segons la norma UNE-EN 1452-2, amb grau de dificultat mitjà i col·locat al fons de la rasa**			**8,59**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,17	3,95
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,17	3,39
BFA17340	m	Tub de PVC de 40 mm de diàmetre nominal, de 6 bar de pressió nominal, per a encolar, segons la norma UNE-EN 1452-2	0,38	1,02	0,38
BFWA1740	u	Accessori per a tub de PVC-U a pressió, de 40 mm de diàmetre nominal exterior, per a encolar	2,12	0,3	0,63
BFYA1740	u	Part proporcional d'elements de muntatge per a tub de PVC-U a pressió, de 40 mm de diàmetre nominal exterior, encolat	0,1	1	0,1
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	7,35	0,015	0,11
EJM1240F	**u**	**Comptador d'aigua, per velocitat, de llautó, amb unions embridades de diàmetre nominal 3", connectat a una bateria o a un ramal**			**634,25**
A012J000	h	Oficial 1a lampista	23,26	0,25	5,81
A013J000	h	Ajudant lampista	19,96	0,05	0,99
BJM1240F	u	Comptador d'aigua, per velocitat, de llautó, amb unions embridades de diàmetre nominal 3", per a connectar a la bateria o al ramal	627,3	1	627,33
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	6,81	0,01	0,10
EJ651113	**u**	**Filtre tipus Y per a xarxa de subministrament d'aigua, de diàmetre nomimal 1 ", de pressió nominal 16 bar, amb cos de llautó, malla d'acer inoxidable amb bany de plata de pas 0,05 mm, connexió roscada, autonetejant, connectat a la xarxa**			**352,23**
A012J000	h	Oficial 1a lampista	23,26	0,25	5,81
A013J000	h	Ajudant lampista	19,96	0,25	4,99

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
BJ651113	**u**	**Filtre tipus Y per a xarxa de subministrament d'aigua, de diàmetre nomimal 1 ", de pressió nominal 16 bar, amb cos de llautó, malla d'acer inoxidable amb bany de plata de pas 0,05 mm, connexió roscada, autonetejant**	**341,26**	**1**	**341,26**
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	10,80	0,01	0,16
EN8J3657	**u**	**Vàlvula de retenció de bola, segons la norma UNE-EN ISO 16137, de cos recte, per a encolar, DN 15 (per a tub de 20 mm de diàmetre nominal), de 16 bar de pressió nominal, cos de PVC-U i tancament d'etilè propilè diè (EPDM), muntada en pericó de canalització soterrada**			**21,69**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,375	8,72
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,375	7,49
BN8J3650	u	Vàlvula de retenció de bola, segons la norma UNE-EN ISO 16137, de cos recte, per a encolar, DN 15 (per a tub de 20 mm de diàmetre nominal), de 16 bar de pressió nominal, cos de PVC-U i tancament d'etilè propilè diè (EPDM)	5,23	1	5,23
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	16,21	0,01	0,24
KN8J3667	**u**	**Vàlvula de retenció de bola, segons la norma UNE-EN ISO 16137, de cos recte, per a encolar, DN 20 (per a tub de 25 mm de diàmetre nominal), de 16 bar de pressió nominal, cos de PVC-U i tancament d'etilè propilè diè (EPDM), muntada en pericó de canalització soterrada**			**23,03**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,35	8,72
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,37	7,49
BN8J3660	u	Vàlvula de retenció de bola, segons la norma UNE-EN ISO 16137, de cos recte, per a encolar, DN 20 (per a tub de 25 mm de diàmetre nominal), de 16 bar de pressió nominal, cos de PVC-U i	6,57	1	6,57

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
		tancament d'etilè propilè diè (EPDM)			
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	16,21	0,01	0,24
N8J3677	**u**	**Vàlvula de retenció de bola, segons la norma UNE-EN ISO 16137, de cos recte, per a encolar, DN 25 (per a tub de 32 mm de diàmetre nominal), de 16 bar de pressió nominal, cos de PVC-U i tancament d'etilè propilè diè (EPDM), muntada en pericó de canalització soterrada**			**26,46**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,37	8,72
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,37	7,49
BN8J3670	u	Vàlvula de retenció de bola, segons la norma UNE-EN ISO 16137, de cos recte, per a encolar, DN 25 (per a tub de 32 mm de diàmetre nominal), de 16 bar de pressió nominal, cos de PVC-U i tancament d'etilè propilè diè (EPDM)	10	1	10
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	16,21	0,01	0,24
KN8J3687	**u**	**Vàlvula de retenció de bola, segons la norma UNE-EN ISO 16137, de cos recte, per a encolar, DN 32 (per a tub de 40 mm de diàmetre nominal), de 16 bar de pressió nominal, cos de PVC-U i tancament d'etilè propilè diè (EPDM), muntada en pericó de canalització soterrada**			**30,83**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,45	10,46
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,45	8,99
BN8J3680	u	Vàlvula de retenció de bola, segons la norma UNE-EN ISO 16137, de cos recte, per a encolar, DN 32 (per a tub de 40 mm de diàmetre nominal), de 16 bar de pressió nominal, cos de PVC-U i tancament d'etilè propilè diè (EPDM)	11,08	1	11,08
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	19,46	0,01	0,29

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
KN8J3647	**u**	**Vàlvula de retenció de bola, segons la norma UNE-EN ISO 16137, de cos recte, per a encolar, DN 10 (per a tub de 16 mm de diàmetre nominal), de 16 bar de pressió nominal, cos de PVC-U i tancament d'etilè propilè diè (EPDM), muntada en pericó de canalització soterrada**			**21,69**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,37	8,72
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,37	7,49
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	16,21	0,015	0,24
EM213618	**u**	**Hidrant soterrat amb pericó de registre, amb una sortida de 100 mm de diàmetre i de 3" de diàmetre de connexió a la canonada, muntat a l'exterior**			**442,66**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	3	69,78
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	3	59,97
BM213610	u	Hidrant soterrat amb pericó de registre, amb una sortida de 100 mm de diàmetre i de 3" de diàmetre de connexió a la canonada	309,17	1	309,17
BMY21000	u	Part proporcional d'elements especials per a hidrants	1,8	1	1,8
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	129,75	0,01	1,94
EJ12B71N	**u**	**Plat de dutxa quadrat de porcellana esmaltada, de 700x700 mm, de color blanc, preu superior, col·locat sobre el paviment**			**81,44**
A0122000	h	Oficial 1a paleta	22,51	0,5	11,25
A0140000	h	Manobre	18,8	0,25	4,7
BJ12B71N	u	Plat de dutxa quadrat de porcellana esmaltada, de 700x700 mm, de color blanc, preu superior	64,93	1	64,93
D0701641	m^3	Morter de ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L i sorra, amb 250 kg/m3 de ciment, amb una proporció en volum 1:6 i 5 N/mm2 de resistència a compressió, elaborat a l'obra	76,38	0,21	0,16
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	15,95	0,02	0,398

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
EJ13B611	**u**	**Lavabo mural de porcellana esmaltada, senzill, d'amplària <= 53 cm, de color blanc i preu superior, col·locat amb suports murals**			**133,89**
A012J000	h	Oficial 1a lampista	23,26	0,3	6,97
A013J000	h	Ajudant lampista	19,96	0,07	1,49
B7J50010	dm3	Massilla per a segellats, d'aplicació amb pistola, de base silicona neutra monocomponent	14,35	0,02	0,35
BJ13B611	u	Lavabo mural de porcellana esmaltada, senzill, d'amplària <= 53 cm, de color blanc i preu superior	124,84	1	124,84
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	8,47	0,02	0,21
EJ14B11N	**u**	**Inodor de porcellana esmaltada, de sortida vertical, amb seient i tapa, de color blanc, preu superior, col·locat sobre el paviment i connectat a la xarxa d'evacuació**			**175,21**
A012J000	h	Oficial 1a lampista	23,26	1	23,26
A013J000	h	Ajudant lampista	19,96	0,25	4,99
B7J50010	dm^3	Massilla per a segellats, d'aplicació amb pistola, de base silicona neutra monocomponent	14,35	0,012	0,17
BJ14B11N	u	Inodor per a col·locar sobre el paviment de porcellana esmaltada, de sortida vertical, amb seient i tapa, color blanc i preu superior	146,08	1	146,08
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	28,25	0,02	0,70
EJ22111A	**u**	**Aixeta mescladora, mural, muntada superficialment, per a dutxa de telèfon, de llautó cromat, preu superior, amb dues entrades de 1/2" i sortida de 1/2"**			**99,09**
A012J000	h	Oficial 1a lampista	23,26	0,4	9,30
A013J000	h	Ajudant lampista	19,96	0,1	1,99
BJ22111A	u	Aixeta mescladora manual, mural, per a muntar superficialment, per a dutxa de telèfon, de llautó cromat, preu superior, amb dues entrades de 1/2" i sortida de 1/2"	87,62	1	87,62
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	11,3	0,015	0,169

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
EJ22X910HJM6	**u**	**Dutxa de telèfon d'aspersió fixa ref. N158760001 de la serie Manetes de dutxa de NOKEN, roscada a tub flexible, sintètica, preu superior**			**30,32**
A012J000	h	Oficial 1a lampista	23,26	0,05	1,16
A013J000	h	Ajudant lampista	19,96	0,02	0,39
BJ22X910HJM6	u	Maneta per a dutxa mesures 222x35 mm, acabat crom, ref. N158760001 de la serie Manetes de dutxa de NOKEN	28,73	1	28,73
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	1,56	0,01	0,02
ENH16227	**u**	**Bomba centrífuga autoaspirant de 3 m3/h de cabal, com a màxim, de pressió màxima 1 bar, de preu alt i muntada superficialment**			**291,69**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	2	46,52
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	2	39,98
BNH16220	u	Bomba centrífuga autoaspirant de 3 m3/h de cabal, com a màxim, de pressió màxima 1 bar, de preu alt	203,89	1	203,89
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	86,5	0,01	1,29
CAPÍTOL 11. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA					
EG11CL32	**u**	**Caixa general de protecció de polièster reforçat amb fibra de vidre , de 630 A, segons esquema Unesa número 9 , inclosa base portafusibles trifàsica (sense fusibles), neutre seccionable, borns de connexió i grau de protecció IP-43, IK09, muntada superficialment**			**513,78**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	1,25	29,07
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	1,25	24,95
BG11CL30	u	Caixa general de protecció de polièster reforçat amb fibra de vidre , de 630 A, segons esquema Unesa número 9 , inclosa base portafusibles trifàsica (sense fusibles), neutre seccionable, borns de connexió i grau de protecció IP-43, IK09	446,94	1	446,94
BGW11000	u	Part proporcional d'accessoris de caixa general de protecció	12	1	12
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	54,02	0,01	0,81

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
GG142202	**u**	**Caixa per a quadre de distribució, metàl·lica, per a una filera de quinze mòduls i muntada superficialment**			**29,09**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,02	0,58
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,02	0,49
BG142202	u	Caixa per a quadre de distribució, metàl·lica, per a una filera de quinze mòduls i per a muntar superficialment	26,55	1	26,55
BGW14000	u	Part proporcional d'accessoris de caixa per a quadre de distribució	1,44	1	1,44
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	1,08	0,01	0,01
EG516782	**u**	**Comptador trifàsic de tres fils, per a mesurar energia activa doble tarifa, per a 230 o 400 V, per a trafos d'intensitat de 5 A i muntat superficialment**			**285,03**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,03	0,76
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,15	2,99
BG516780	u	Comptador trifàsic de tres fils per a mesurar energia activa doble tarifa , per a 230 o 400 V, per a trafos d'intensitat de 5 A	281,21	1	281,21
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	3,76	0,015	0,05
EG43K152	**u**	**Tallacircuit unipolar, amb fusible de ganiveta de 630 A, amb base de grandària 3, muntat superficialment amb cargols**			**65,88**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,35	8,14
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,1	1,99
BG43K150	u	Tallacircuit unipolar amb fusible de ganiveta de 630 A amb base de grandària 3	54,44	1	54,44
BGW43000	u	Part proporcional d'accessoris per a tallacircuits tipus ganiveta	0,25	1	0,25
BGY43000	u	Part proporcional d'elements especials per a tallacircuits tipus ganiveta	0,9	1	0,9
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	10,13	0,01	0,15

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
EG42WXRV	**u**	**Bloc diferencial de caixa emmotllada de la classe A, gamma industrial, de fins a 630 A d'intensitat nominal, tetrapolar (4P), de sensibilitat entre 0,3 i 30 A, de desconnexió regulable entre les posicions fixe instantani, fixe selectiu i retardat, amb temps de retard de 0 ms, 60 ms i 150 o 310 ms respectivament, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 60947-2, muntat directament adossat a l'interruptor**			**1.030,91**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,4	9,30
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,2	3,99
BG42WXRV	**u**	**Bloc diferencial de caixa emmotllada de la classe A, gamma industrial, de fins a 630 A d'intensitat nominal, tetrapolar (4P), d'entre 0,3 i 30 A de sensibilitat, de desconnexió regulable entre les posicions fixe instantani, fixe selectiu i retardat amb temps de retard de 0 ms, 60 ms i 150 o 310 ms respectivament amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 60947-2, per a muntar directament adossat a l'interruptor automàtic**	**1.017,0**	**1**	**1.017,03**
BGW42000	u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors diferencials	0,38	1	0,38
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	13,29	0,01	0,19
EG42419B	**u**	**Interruptor diferencial de la classe AC, gamma terciari, de 16 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de sensibilitat 0,01 A, de desconnexió fix instantani, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61008-1, de 2 mòduls**			**206,68**

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
		DIN de 18 mm d'amplària, muntat en perfil DIN			
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,35	8,14
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,2	3,99
BG42419B	u	Interruptor diferencial de la classe AC, gamma terciari, de 16 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de 0,01 A de sensibilitat, de desconnexió fix instantani, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61008-1, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	193,98	1	193,98
BGW42000	u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors diferencials	0,38	1	0,38
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	12,13	0,01	0,18
EG42129D	**u**	**Interruptor diferencial de la classe AC, gamma residencial, de 25 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de sensibilitat 0,03 A, de desconnexió fix instantani, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61008-1, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, muntat en perfil DIN**			**37,24**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,35	8,14
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,2	3,99
BG42129D	u	Interruptor diferencial de la classe AC, gamma residencial, de 25 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de 0,03 A de sensibilitat, de desconnexió fix instantani, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61008-1, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	24,54	1	24,54
BGW42000	u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors diferencials	0,38	1	0,38
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	12,13	0,015	0,18

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
EG42129H	**u**	**Interruptor diferencial de la classe AC, gamma residencial, de 40 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de sensibilitat 0,03 A, de desconnexió fix instantani, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61008-1, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, muntat en perfil DIN**			**37,63**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,35	8,14
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,2	3,99
BGW42000	u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors diferencials	0,38	1	0,38
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	12,13	0,015	0,18
EG42429K	**u**	**Interruptor diferencial de la classe AC, gamma terciari, de 63 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de sensibilitat 0,03 A, de desconnexió fix instantani, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61008-1, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, muntat en perfil DIN**			**196,80**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,35	8,14
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,2	3,99
BG42429K	u	Interruptor diferencial de la classe AC, gamma terciari, de 63 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de 0,03 A de sensibilitat, de desconnexió fix instantani, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61008-1, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	184,1	1	184,1
BGW42000	u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors diferencials	0,38	1	0,38
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	12,13	0,01	0,18

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
EG42439M	**u**	**Interruptor diferencial de la classe AC, gamma terciari, de 100 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de sensibilitat 0,3 A, de desconnexió fix instantani, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61008-1, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, muntat en perfil DIN**			**225,62**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,45	10,46
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,2	3,99
BG42439M	u	Interruptor diferencial de la classe AC, gamma terciari, de 100 A d'intensitat nominal, bipolar (2P), de 0,3 A de sensibilitat, de desconnexió fix instantani, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 61008-1, de 2 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	210,56	1	210,56
BGW42000	u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors diferencials	0,38	1	0,38
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	14,45	0,01	0,21
EG42WWRR	**u**	**Bloc diferencial de caixa emmotllada de la classe A, gamma industrial, de fins a 250 A d'intensitat nominal, tetrapolar (4P), de sensibilitat entre 0,03 i 10 A, de desconnexió regulable entre les posicions fixe instantani, fixe selectiu i retardat, amb temps de retard de 0 ms, 60 ms i 150 o 310 ms respectivament, amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 60947-2, muntat directament adossat a l'interruptor**			**935,27**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,4	9,30
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,2	3,99

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
BG42WWRR	u	Bloc diferencial de caixa emmotllada de la classe A, gamma industrial, de fins a 250 A d'intensitat nominal, tetrapolar (4P), d'entre 0,03 i 10 A de sensibilitat, de desconnexió regulable entre les posicions fixe instantani, fixe selectiu i retardat amb temps de retard de 0 ms, 60 ms i 150 o 310 ms respectivament amb botó de test incorporat i indicador mecànic de defecte, construït segons les especificacions de la norma UNE-EN 60947-2, per a muntar directament adossat a l'interruptor automàtic	921,39	1	921,39
BGW42000	u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors diferencials	0,38	1	0,38
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	13,29	0,01	0,19
EG414A47	**u**	**Interruptor automàtic magnetotèrmic de 6 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, bipolar (1P+N), de 6000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898, d'1 mòdul DIN de 18 mm d'amplària, muntat en perfil DIN**			**37,04**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,2	4,65
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,2	3,99
BG414A47	u	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 6 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, bipolar (1P+N), de 6000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898, d'1 mòdul DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	27,85	1	27,85
BGW41000	u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors magnetotèrmics	0,42	1	0,42
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	8,64	0,01	0,12
EG414A4D	**u**	**Interruptor automàtic magnetotèrmic de 25 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, bipolar (1P+N), de 6000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898, d'1 mòdul DIN de 18 mm d'amplària, muntat en perfil DIN**			**37,29**

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,2	4,65
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,2	3,99
BG414A4D	u	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 25 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, bipolar (1P+N), de 6000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898, d'1 mòdul DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	28,1	1	28,1
BGW41000	u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors magnetotèrmics	0,42	1	0,42
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	8,64	0,01	0,12
EG414D1B	**u**	**Interruptor automàtic magnetotèrmic de 16 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, unipolar (1P), de 6000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898 i de 10 kA de poder de tall segons UNE-EN 60947-2, d'1 mòdul DIN de 18 mm d'amplària, muntat en perfil DIN**			**21,28**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,15	3,48
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,2	3,99
BG414D1B	u	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 16 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, unipolar (1P), de 6000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898 i de 10 kA de poder de tall segons UNE-EN 60947-2, d'1 mòdul DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	13,27	1	13,27
BGW41000	u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors magnetotèrmics	0,42	1	0,42
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	7,48	0,01	0,11
EG414D1K	**u**	**Interruptor automàtic magnetotèrmic de 63 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, unipolar (1P), de 6000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898 i de 10 kA de poder de tall segons UNE-EN 60947-2, d'1 mòdul DIN de 18 mm d'amplària, muntat en perfil DIN**			**49,71**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,25	5,81
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,2	3,99

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
BG414D1K	u	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 63 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, unipolar (1P), de 6000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898 i de 10 kA de poder de tall segons UNE-EN 60947-2, d'1 mòdul DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	39,34	1	39,34
BGW41000	u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors magnetotèrmics	0,42	1	0,42
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	9,80	0,01	0,14
EG414E2M	**u**	**Interruptor automàtic magnetotèrmic de 100 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, unipolar (1P), de 10000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898 i de 10 kA de poder de tall segons UNE-EN 60947-2, d'1,5 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, muntat en perfil DIN**			**61,98**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,25	5,81
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,2	3,99
BG414E2M	u	Interruptor automàtic magnetotèrmic de 100 A d'intensitat nominal, tipus PIA corba B, unipolar (1P), de 10000 A de poder de tall segons UNE-EN 60898 i de 10 kA de poder de tall segons UNE-EN 60947-2, d'1,5 mòduls DIN de 18 mm d'amplària, per a muntar en perfil DIN	51,62	1	51,62
BGW41000	u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors magnetotèrmics	0,42	1	0,42
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	9,80	0,01	0,14
EG41LHNT	**u**	**Interruptor automàtic magnetotèrmic de caixa emmotllada, de 400 A d'intensitat màxima, amb 3 pols i 3 relès i bloc de relès electrònic regulable per a interruptors fins a 630 A, de 45 kA de poder de tall segons UNE-EN 60947-2, muntat superficialment**			**1.244,00**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	1,24	28,84
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,35	6,98

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
BG41LHNT	u	Interruptor automàtic magnetotèrmic de caixa emmotllada, de 400 A d'intensitat màxima, amb 3 pols i 3 relès i bloc de relès electrònic regulable per a interruptors fins a 630 A, de 45 kA de poder de tall segons UNE-EN 60947-2, per a muntar superficialment	1.207,2	1	1.207,21
BGW41000	u	Part proporcional d'accessoris per a interruptors magnetotèrmics	0,42	1	0,42
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	35,82	0,01	0,53
EG312132	**m**	**Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 2,5 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat superficialment**			**1,19**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,01	0,34
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,01	0,29
BG312130	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 2,5 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	0,52	1,02	0,53
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	0,64	0,01	0,09
EG312134	**m**	**Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 2,5 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub**			**1,19**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,01	0,348
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,01	0,29
BG312130	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 2,5 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	0,52	1,02	0,53
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	0,64	0,01	0,009

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
EG312142	**m**	**Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 4 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat superficialment**			**1,34**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,01	0,34
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,01	0,29
BG312140	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 4 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	0,67	1,02	0,68
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	0,64	0,01	0,009
EG312152	**m**	**Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 6 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat superficialment**			**2,64**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,04	0,93
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,04	0,79
BG312150	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 6 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	0,87	1,02	0,88
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	1,72	0,01	0,02
EG312164	**m**	**Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 10 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub**			**3,13**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,04	0,93
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,04	0,79
BG312160	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 10 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	1,35	1,02	1,37
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	1,72	0,01	0,02

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
EG312174	**m**	**Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 16 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub**			**4,18**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,05	1,16
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,05	0,99
BG312170	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 16 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	1,95	1,02	1,98
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	2,16	0,01	0,03
EG312184	**m**	**Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 25 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub**			**5,18**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,05	1,16
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,05	0,99
BG312180	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 25 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	2,93	1,02	2,98
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	2,16	0,01	0,03
EG312194	**m**	**Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 35 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub**			**6,57**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,06	1,51
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,06	1,29
BG312190	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), unipolar, de secció 1 x 35 mm2, amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums	3,65	1,02	3,72
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	2,80	0,01	0,04

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
EG21251J	**m**	**Tub rígid de PVC, de 16 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V, amb unió endollada i muntat superficialment**			**2,48**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,03	0,74
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,05	0,99
BG212510	m	Tub rígid de PVC, de 16 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V	0,55	1,02	0,56
BGW21000	u	Part proporcional d'accessoris per a tubs rígids de PVC	0,15	1	0,15
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	1,74	0,01	0,02
EG21271J	**m**	**Tub rígid de PVC, de 20 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V, amb unió endollada i muntat superficialment**			**2,76**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,03	0,86
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,05	0,99
BG212710	m	Tub rígid de PVC, de 20 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V	0,71	1,02	0,72
BGW21000	u	Part proporcional d'accessoris per a tubs rígids de PVC	0,15	1	0,15
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	1,85	0,01	0,02
EG21281J	**m**	**Tub rígid de PVC, de 25 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V, amb unió endollada i muntat superficialment**			**3,17**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,04	0,93
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,05	0,99

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
BG212810	m	Tub rígid de PVC, de 25 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V	1,04	1,02	1,06
BGW21000	u	Part proporcional d'accessoris per a tubs rígids de PVC	0,15	1	0,15
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	1,92	0,01	0,02
EG21291J	**m**	**Tub rígid de PVC, de 32 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V, amb unió endollada i muntat superficialment**			**3,69**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,044	1,02
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,05	0,99
BG212910	m	Tub rígid de PVC, de 32 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V	1,46	1,02	1,48
BGW21000	u	Part proporcional d'accessoris per a tubs rígids de PVC	0,15	1	0,15
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	2,02	0,01	0,03
EG212A1J	**m**	**Tub rígid de PVC, de 40 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V, amb unió endollada i muntat superficialment**			**4,52**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,049	1,13
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,05	0,99
BG212A10	m	Tub rígid de PVC, de 40 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 1250 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V	2,16	1,02	2,20
BGW21000	u	Part proporcional d'accessoris per a tubs rígids de PVC	0,15	1	0,15

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	2,13	0,01	0,03
KHA1E3N4	**u**	**Llumenera industrial sense difusor ni reflector i 1 tub fluorescent de 58 W, de forma rectangular, amb xassís de planxa d'acer perfilat, muntada superficialment al sostre**			**39,57**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,23	5,34
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,23	4,59
BHA1E3N0	u	Llumenera industrial sense difusor ni reflector i 1 tub fluorescent de 58 W, de forma rectangular, amb xassís de planxa d'acer perfilat	28,16	1	28,16
BHWA1000	u	Part proporcional d'accessoris de llumeneres industrials amb tubs fluorescents	1,32	1	1,32
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	9,94	0,01	0,14
EH619PJA	**u**	**Llum d'emergència no permanent i no estanca, amb grau de protecció IP4X, de forma rectangular amb difusor i cos de policarbonat, amb làmpada fluorescent d'11 W, flux aproximat de 540 a 570 lúmens, 1 h d'autonomia, preu mitjà, col·locada superficial**			**101,89**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,15	3,48
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,15	2,99
BH619PJA	u	Llum d'emergència no permanent i no estanca, amb grau de protecció IP4X, de forma rectangular amb difusor i cos de policarbonat, amb làmpada fluorescent d'11 W, flux aproximat de 540 a 570 lúmens, 1 h d'autonomia, preu mitjà	95,31	1	95,31
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	6,48	0,01	0,09
EHA21BT9	**u**	**Llumenera industrial amb distribució simètrica extensiva i làmpada vapor de sodi a pressió alta de 150 W de xapa d'alumini anoditzat, equip elèctric incorporat, oberta, suspesa**			**134,30**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,65	15,11
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,65	12,97

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
BHA21BT0	u	Llumenera industrial amb distribució simètrica extensiva i làmpada amb vapor de sodi a pressió alta de 150 W, de xapa d'alumini anoditzat, amb equip elèctric incorporat, oberta	89,79	1	89,79
BHU312E1	u	Làmpada de vapor de sodi de pressió alta de forma ovoide, amb casquet E40, de potència 150 W	14,37	1	14,37
BHWA2000	u	Part proporcional d'accessoris de llumeneres industrials amb làmpades d'incandescència, descàrrega o mixta	1,63	1	1,63
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	28,09	0,01	0,42
KG631156ITWM	**u**	**Presa de corrent de tipus universal, bipolar amb presa de terra lateral (2P+T), 16 A 250 V, amb tapa protegida, preu mitjà ref. 31432-60 de la serie Bases endoll Simon 31 de SIMON, encastada**			**14,66**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,15	3,48
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,13	2,65
BG631156ITWM	u	Base d'endoll bipolar universal, amb presa de terra lateral Schuko, embornament a cargol, amb dispositiu de seguretat, amb tapa, Simon 31, de color blanc neu, ref. 31432-60 de la serie Bases endoll Simon 31 de SIMON	8,42	1	8,42
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	6,14	0,01	0,09
EG6P1262C8U7	**u**	**Presa de corrent industrial de tipus mural ref. CT-9971 de la serie Cetact de BJC, 3P+T, de 16 A i 380-415 V de tensió nominal segons norma UNE-EN 60309-1, amb grau de protecció de IP-44, col·locada**			**18,61**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,25	5,81
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,25	4,99
BG6P1262C8U7	u	Presa de corrent industrial de tipus mural, tripolar amb presa de terra (3P+T), posició del contacte de terra a les 6h, de 16 A i 380-415 V de tensió nominal segons UNE-EN 60390, de color vermell, grau de protecció IP-44, ref. CT-9971 de la serie Cetact de BJC	7,64	1	7,64

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	10,80	0,01	0,16
1G641171	**u**	**Polsador de tipus universal, 10 A 250 V, amb 1 contacte NA, amb tecla, preu econòmic, encastat, amb marc per a mecanisme universal d'1 element de preu econòmic, amb tub flexible corrugat de PVC folrat exteriorment, caixa de derivació rectangular i conductor de coure de designació H07V-U**			**34,93**
EG161611	u	Caixa de derivació rectangular de plàstic, de 130x200 mm, amb grau de protecció IP-40, encastada	17,66	0,25	4,41
EG225711	m	Tub flexible corrugat de PVC folrat exteriorment, de 20 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, resistència a l'impacte de 2 J, resistència a compressió de 320 N i una rigidesa dielèctrica de 2000 V, muntat encastat	1,12	6	6,77
EG323124	m	Cable amb conductor de coure 450/750 V de tensió assignada, amb designació H07V-U, unipolar, de secció 1 x 1,5 mm2, amb aïllament PVC, col·locat en tub	0,86	12	10,34
EG611021	u	Caixa de mecanismes, per a un element, preu alt, encastada	1,96	1	1,96
EG641171	u	Polsador de tipus universal, 10 A 250 V, amb 1 contacte NA, amb tecla, preu econòmic, encastat	8,74	1	8,74
EG671111	u	Marc per a mecanisme universal, d'1 element, preu econòmic, col·locat	2,68	1	2,68
EG151111	**u**	**Caixa de derivació quadrada de plàstic, de 70x70 mm, amb grau de protecció IP-40, encastada**			**5,02**
A012H000	h	Oficial 1a electricista	23,26	0,15	3,48
A013H000	h	Ajudant electricista	19,96	0,05	0,99
BG151111	u	Caixa de derivació quadrada de plàstic, de 70x70 mm, amb grau de protecció IP-40 i per a encastar	0,47	1	0,47
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	4,48	0,01	0,06
CAPÍTOL 12. INSTAL·LACIÓ D'AIRE CALENT					

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
EEFD4F44	**u**	**Bomba de calor horitzontal compacta d'expansió directa amb condensació per aire, amb ventiladors centrífugs al condensador i a l'evaporador, de 6,5 kW de potència tèrmica aproximada tant en fred com en calor, de 230 V, amb una pressió disponible de 60 Pa, amb 1 compressors hermètic rotatiu i fluid frigorífic R407c o R410a, amb termòstat ambient per cable i safata de recollida de condensats, col·locada**			**3.298,70**
A012G000	h	Oficial 1a calefactor	23,26	9	209,34
A013G000	h	Ajudant calefactor	19,96	9	179,64
BEFD4F44	u	Bomba de calor horitzontal compacta d'expansió directa amb condensació per aire, amb ventiladors centrífugs al condensador i a l'evaporador, de 6,5 kW de potència tèrmica aproximada tant en fred com en calor, de 2,5 kW de potència elèctrica total absorbida, amb alimentació trifàsica de 230 V, amb una pressió disponible de 60 Pa, amb 1 compressor hermètic rotatiu i fluid frigorífic R407c o R410a, amb termòstat ambient per cable i safata de recollida de condensats	2.900,0	1	2.900,00
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	388,98	0,02	9,72
GF1B1M35	**u**	**Colze d'acer negre de 90° d'acer negre ST-35, de 18" de DN, amb radi de gir 1,5 diàmetre, soldat i col·locat al fons de la rasa**			**835,41**
A0125000	h	Oficial 1a soldador	22,88	2,12	48,50
A0140000	h	Manobre	18,8	2,12	39,85
BF1B1M30	u	Colze de 90° d'acer negre ST-35, de 18" de DN amb radi de gir 1,5 diàmetre, per a soldar	697,67	1	697,67
C1503000	h	Camió grua	44,62	0,53	23,64
C200P000	h	Equip i elements auxiliars per a soldadura elèctrica	3,12	2,12	6,61
CZ112000	h	Grup electrògen de 20 a 30 kVA	8,39	2,12	17,78
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	88,36	0,01	1,32
CAPÍTOL 13. INSTAL·LACIÓ DEL PROCÉS					

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
EF443X62	**m**	**Tub d'acer inoxidable 1.4404 (AISI 316L) amb soldadura longitudinal, de 38 mm de diàmetre exterior i de 3 mm de gruix de paret segons UNE-EN 10217-7, unió a compressió, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment**			**66,52**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,13	3,11
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,13	2,67
B0A77X00	u	Abraçadora de polipropilè reforçada amb plaques d'acer inoxidable, de 38 mm de diàmetre interior	6,94	0,4	2,776
BF443X60	m	Tub d'acer inoxidable 1.4404 (AISI 316L) amb soldadura longitudinal, de 38 mm de diàmetre exterior i de 3 mm de gruix de paret, segons UNE-EN 10217-7	18,12	1,02	18,48
BFW43F10	u	Accessori per a tubs d'acer inoxidable, amb junt metàl·lic bicònic, de 38 mm de diàmetre, per a unió a compressió i pressió mitjana	131,27	0,3	39,38
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	5,79	0,01	0,08
EF443722	**m**	**Tub d'acer inoxidable 1.4404 (AISI 316L) amb soldadura longitudinal, de 12 mm de diàmetre exterior i d'1,2 mm de gruix de paret segons UNE-EN 10217-7, unió a compressió, amb grau de dificultat mitjà i col·locat superficialment**			**15,93**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,07	1,79
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,07	1,53
B0A77700	u	Abraçadora de polipropilè reforçada amb plaques d'acer inoxidable, de 12 mm de diàmetre interior	5,47	0,7	3,82
BF443720	m	Tub d'acer inoxidable 1.4404 (AISI 316L) amb soldadura longitudinal, de 12 mm de diàmetre exterior i d'1,2 mm de gruix de paret, segons UNE-EN 10217-7	3,1	1,02	3,16
BFW43410	u	Accessori per a tubs d'acer inoxidable, amb junt metàl·lic bicònic, de 12 mm de diàmetre, per a unió a compressió i pressió mitjana	18,54	0,3	5,56

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	3,33	0,01	0,04
ENH16227	**u**	**Bomba centrífuga autoaspirant de 3 m3/h de cabal, com a màxim, de pressió màxima 1 bar, de preu alt i muntada superficialment**			**291,69**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	2	46,52
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	2	39,98
BNH16220	u	Bomba centrífuga autoaspirant de 3 m3/h de cabal, com a màxim, de pressió màxima 1 bar, de preu alt	203,89	1	203,89
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	86,5	0,01	1,29
CAPÍTOL 14. INSTAL·LACIÓ CONTRA INCENDIS					
EM111110	**u**	**Detector de fums òptic per a instal·lació contra incendis convencional, segons norma UNE-EN 54-7, amb base d'encastar, encastat**			**38,70**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,24	5,58
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,24	4,79
BM111110	u	Detector de fums òptic per a instal·lació contra incendis convencional, segons norma UNE-EN 54-7, amb base d'encastar	27,81	1	27,81
BMY11000	u	Part proporcional d'elements especials per a detectors	0,35	1	0,35
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	10,38	0,01	0,15
EM141102	**u**	**Polsador d'alarma per a instal·lació contra incendis convencional, accionament manual per trencament d'element fràgil, segons norma UNE-EN 54-11, muntat superficialment**			**18,51**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,24	5,58
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,24	4,79
BM141102	u	Polsador d'alarma per a instal·lació contra incendis convencional, accionament manual per trencament d'element fràgil, segons norma UNE-EN 54-11, per a muntar superficialment	7,68	1	7,68
BMY14000	u	Part proporcional d'elements especials per a polsadors d'alarma	0,29	1	0,29
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	10,38	0,015	0,15

Preus compostos					
Codi	*Unitats*	*Concepte*	*Preu*	*Quantitat*	*Preu (€)*
EM31U006	**u**	**Extintor automàtic de pols seca polivalent ABC de 6 kg de capacitat i una eficàcia de 27A-183B/C, amb manòmetre, percussor tèrmic i possibilitat de dispar manual, inclosos els suports per a penjar del sostre, instal·lat**			**87,93**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,4	9,30
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,4	7,99
BM31U006	u	Extintor automàtic de pols seca polivalent ABC de 6 Kg de capacitat i una eficàcia de 27A-183B/C, amb manòmetre, percutor tèrmic i possibilitat de dispar manual, inclosos els suports per a penjar del sostre	61,08	1	61,08
BMY3U010	u	Suport d'extintor per a anar penjat al sostre	9,29	1	9,29
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	17,3	0,01	0,25
EM23FTAA	**u**	**Boca d'incendis equipada de 45 mm de diàmetre, BIE-45, formada per armari de fibra de vidre i porta de fibra de vidre , inclosa BIE (debanadora d'alimentació axial abatible,mànega de 20 m i llança) , per a col·locar superficialment, inclòs part proporcional d' accessoris i tot el petit material auxiliar de connexió i muntatge**			**359,90**
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	1,5	34,89
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	1,5	29,98
BM23FTAA	u	Boca d'incendis equipada de 45 mm de diàmetre, BIE-45, formada per armari de fibra de vidre i porta de fibra de vidre , inclosa BIE (debanadora d'alimentació axial abatible,mànega de 20 m i llança) , per a col·locar superficialment	293,45	1	293,45
BMY23000	u	Part proporcional d'elements especials per a boques d'incendi	0,6	1	0,6
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	64,87	0,01	0,97
EM241A2B	**u**	**Ruixador automàtic cara amunt, de bronze, amb dispositiu fusible metàl·lic d'una temperatura d'accionament de 68 a 74 °C, de 1/2" de diàmetre i muntat en canonada**			**15,47**

Preus compostos					
Codi	***Unitats***	***Concepte***	***Preu***	***Quantitat***	***Preu (€)***
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,26	0,22	5,11
A013M000	h	Ajudant muntador	19,99	0,22	4,39
BM241A20	u	Ruixador automàtic cara amunt, de bronze, amb dispositiu fusible metàl·lic d'una temperatura d'accionament de 68 a 74 °C, de 1/2" de diàmetre	4,32	1	4,32
BMY24000	u	Part proporcional d'elements especials per a detectors-extintors automàtics	1,49	1	1,49
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	9,51	0,01	0,14
HBBAC001	**u**	**Senyal indicativa de la ubicació d'equips d'extinció d'incendis, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons vermell, de forma rectangular o quadrada, costat major 120 cm, per ser vista fins 50 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs**			**177,85**
A01H4000	h	Manobre per a seguretat i salut	18,8	1,5	28,2
BBBAC001	u	Senyal indicativa de la ubicació d'equips d'extinció d'incendis, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons vermell, de forma rectangular o quadrada, costat major 120 cm, per ésser vista fins 50 m de distància, per a seguretat i salut	149,37	1	149,37
A%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	28,2	0,01	0,28
CAPÍTOL 15. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT					
-	-	-	-	-	-
CAPÍTOL 16. MAQUINÀRIA					
-	-	-	-	-	-
CAPÍTOL 17. MOBILIARI					
-	-	-	-	-	-

ANNEX XIII. – ANÀLISI ECONÒMICA DEL PROJECTE

12.1. Introducció

L'objectiu d'aquest annex és el de determinar la viabilitat econòmica del projecte objecte d'estudi. Per això, es calcularan les anualitats del préstec destinat a finançar la inversió, els costos fixos, els variables, els ingressos i els beneficis. també, es calcularan els fluxos de caixa generats per la indústria durant els anys de vida útil del projecte. Per últim, es realitzarà un anàlisi de la inversió per a determinar si aquesta activitat econòmica és viable.

12.2. Finançament del projecte

D'acord amb el pressupost, la inversió a realitzar per el present projecte ascendeix a 1.913.047,35 €. L'empresa promotora demanarà un préstec al bancari per valor de 1.500.000 € al *Banco Comercial e de Investimentos* (BCI) de Moçambic. Els interessos que el banc cobrarà per aquest préstec són el 3,5% de l'import d'aquest. Per a la resta, l'empresa utilitzarà el capital propi de que disposa. El període de retorn del préstec serà de 15 anys amb anualitats constants.

12.3. Beneficis

La determinació dels beneficis que la indústria generarà serà la diferència entre els ingressos i els costos.

12.3.1. Ingressos

Bàsicament, l'única font d'ingressos de la indústria és la venda de midó. No obstant això, també es ven fibra. La variabilitat en la fixació del preu de la tona de midó en funció de la indústria i la regió que es produeix és alt (International Starch Institute, 2016). S'observa que els productors del sud-est asiàtic venen el midó quasi a meitat de preu que els països africans. Per això, es fixarà un preu de venda mitjà entre aquestes dues regions per tal de donar més sortida a aquest producte. El preu fixat és de 510 €/t, que equival a 0,51 €/kg. A partir de la producció d'aquests 2 productes indicada en els annexos 4 i 5 i el preu de venda, es calculen els ingressos totals que es mostren a la Taula 12.1.

Taula 12.1. Ingressos totals de la indústria

Concepte	*Quantitat (kg/any)*	*Preu (€/kg)*	*Ingressos (€/any)*
Midó	1.627.200	0,51	829.872
Fibra	117.520	0,12	14.102
Total	**-**	**-**	**843.974**

Font: elaboració pròpia

12.3.2 Costos

Els costos fixos són aquelles despeses que pateix l'empresa. Aquests abracen els costos provinents del capital fix, els provinents del capital circulant i els provinents del préstec.

Costos fixos provinents del capital fix:

Els costos fixos són aquells independents del volum de producció. Aquests costos inclouen els costos d'oportunitat i amortització i els provinents del préstec.

Càlcul del cost d'oportunitat i de l'amortització:

Són els costos de l'immobilitzat i se'n calcula l'amortització i el cost d'oportunitat. L'amortització es calcula mitjançant la següent fórmula.

$$A = \frac{V_o - V_n}{vida\ útil}$$

On:

- A: és l'amortització d'un any (€/any)
- V_o: és el valor d'adquisició (€)
- V_n: és el valor residual de l'immobilitzat (€)

El cost d'oportunitat es calcula mitjançant la següent fórmula.

$$CO = \frac{V_o + V_n}{2} \cdot Taxa\ d'interès$$

En la Taula 12.2. es mostren els resultats dels costos fixos provinents del capital fix.

Taula12.2. Costos provinents de capital fix

Immobilitzat	***V_0 (€)***	***V_n (%)***	***V_n (€)***	***Vida útil (anys)***	***Taxa inter. (%)***	***A (€)***	***CO (€), (i=5%)***
Edificacions	549.776	30,00	164.933,05	15,00	5,00	25.656,25	17.867,75
Instal·lacions	108.721	25,00	27.180,48	15,00	5,00	5.436,10	3.397,56
Maquinària	825.051	15,00	123.757,75	15,00	5,00	46.752,93	23.720,23
Total	**-**	**-**	**315.871,28**	**-**	**-**	**77.845,27**	**44.985,54**

Font. Elaboració pròpia

En aquest cas, no es té en compte el cost del terreny, ja que aquests ja va ser cedit a l'empresa promotora temps enrere.

Càlcul del cost de finançament:

Aquests és el cost provinent del préstec bancari i bàsicament es correspon amb els interessos que el banc cobra per donar el préstec. Al ser un préstec d'amortització constant, s'aplicarà la fórmula que es mostra a continuació.

$$A = \frac{C \cdot ((1+i)^n \cdot i)}{(1+i)^n - 1)}$$

On:

- A: és la anualitat (€/any)
- C: és l'import del préstec (€)
- i: és el interès del préstec (3,5%)
- n. És la durada del préstec (15 anys)

$$A = \frac{1500000 \cdot ((1 + 0{,}035)^{15} \cdot 0{,}035)}{(1 + 0{,}035)^{15} - 1)} = 130.237{,}6\ €$$

En la Taula 12.3. es mostra l'interès que el banc cobrarà cada any per a realitzar el servei.

Taula 12.3. Interessos pagats pel préstec

Any	***Capital inicial (€)***	***Interès (€)***	***Capital Amortitzat (€)***	***Capital final (€)***	***Anualitat (€)***
1	1500000,00	52500,00	77737,60	1422262,40	130237,60
2	1422262,40	49779,18	80458,42	1341803,98	130237,60
3	1341803,98	46963,14	83274,46	1258529,51	130237,60
4	1258529,51	44048,53	86189,07	1172340,44	130237,60
5	1172340,44	41031,92	89205,69	1083134,75	130237,60
6	1083134,75	37909,72	92327,89	990806,86	130237,60
7	990806,86	34678,24	95559,36	895247,50	130237,60
8	895247,50	31333,66	98903,94	796343,56	130237,60
9	796343,56	27872,02	102365,58	693977,98	130237,60
10	693977,98	24289,23	105948,37	588029,60	130237,60
11	588029,60	20581,04	109656,57	478373,04	130237,60
12	478373,04	16743,06	113494,55	364878,49	130237,60
13	364878,49	12770,75	117466,86	247411,63	130237,60
14	247411,63	8659,41	121578,20	125833,43	130237,60
15	125833,43	4404,17	125833,43	0,00	130237,60
Mitjana		***30237,60***			

Font: elaboració pròpia

Per tant, s'agafarà el valor mitjà de 30.237,6 € de costos fixos pels interessos que cobra el banc.

Càlcul del cost fix total:

Un cop calculats l'amortització i els costos d'oportunitat s'ha de calcular els costos de capital fix, que es calculen amb l'expressió que es mostra a continuació.

$$CF_T = \sum AM + \sum CO + interessos$$

On:

- CF_T. és el cost fix total (€/any)
- AM: és el cost d'amortització (€/any)
- CO: és el cost d'oportunitat (€/any)

$$CF_T = 77.845{,}27 + 44.985{,}54 + 30.237{,}6 = 153.068{,}41\ €$$

Costos fixos provinents de capital circulant:

Aquests costos són producte de l'activitat diària que es realitza a la indústria i estan lligats al procés productiu del midó. Aquests poden ser fixos (mà d'obra, manteniment...) o variables (subministraments, etc..).

Costos de mà d'obra:

En la Taula 12.4. es detallen els salaris anuals dels diferents empleats de la planta de midó.

Taula 12.4. Salaris dels treballadors de la planta

Càrrec	***Nº treballadors***	***Salari mensual (€)***	***Salari anual (€)***
Gerent	1	3.500,00	42.000,00
Administratiu/a	2	1.100,00	26.400,00
Enginyer de planta	2	2.300,00	27.600,00
Operari de planta	2	900,00	10.800,00
Operari de M.P.	2	900,00	10.800,00
Operari de manteniment	2	1.000,00	12.000,00
Operari d'envasament	2	900,00	10.800,00
operari d'envasament	2	900,00	10.800,00
Operari de magatzem	2	900,00	10.800,00
Tècnic de laboratori	2	1.200,00	14.400,00
Total	**-**	**-**	**176400,00**

Font: elaboració pròpia

Costos de matèria primera:

El preu que l'empresa pagarà per 1 kg de iuca és de 1,5 *Meticais*. Per tant es pagarà 1.500 *Meticais* per cada tona d'aquest producte. Traduït a euros és 24,19 la tona. Tenint en compte que es treballen 226 dies/any i la capacitat productiva de la indústria és de 40 t/dia, els costos totals seran de 218.677,6 €/any.

Costos d'aigua:

D'acord amb l'annex 10 sobre el dimensionament de la instal·lació hidràulica, els costos de subministrament d'aigua són de 11.527,48 €/any.

Cost d'electricitat:

D'acord amb l'annex 8 sobre el dimensionament de la instal·lació elèctrica, els costos de consum d'electricitat són de 10.751,74 €/any.

Costos d'embalatge:

D'acord amb l'annex 5 sobre el programa productiu, s'utilitzaran envasos de 1 kg, 5 kg, 25 kg, i *Big bags* de 1000 kg. Les necessitats i preu dels envasos venen donats a la Taula 12.5.

Taula 12.5. Costos anuals d'envasos

Mida envàs	***Quantitat (u/any)***	***Preu (€/u)***	***Cost (€/any)***
1 kg	162720	0,07	11.390,40
5 kg	48816	0,15	7.322,40
25 kg	9761	0,35	3.416,35
1000 kg	974	6	5.844,00
Total	**-**	**-**	**27.973,15**

Font: elaboració pròpia

Costos varis:

Aquests costos són els que no s'han anomenat anteriorment, i la seva naturalesa és vària. En la Taula 12.6. es mostra el cost anual d'aquests costos, sempre basant-se en valors estimatius.

Taula 12.6. Costos de les despeses vàries

Concepte	***Cost (€/any)***
Telèfon	3.870
Material de manteniment	4.110
Material de neteja	2.500
Assegurances	9.500
Combustible (biomassa)	10.000
Total	**29.980**

Font. Elaboració pròpia

Cost d'oportunitat:

Per a calcular el cost d'oportunitat dels costos de capital circulant, s'utilitzarà la següent fórmula.

$$CO = C \cdot i \cdot t$$

On:

- C: és el valor del cost d'oportunitat (€/any)
- t: és el període mitjà d'immobilització (Es consideren 226 dies / 365 dies, essent aquest el temps mitjà que passa entre que es dedica a una unitat monetària en forma de capital circulant a la producció, i el moment en que es torna a disposar d'aquesta unitat monetària en forma de cobrament resultant d'una venda de producte acabat
- i: és l'interès (%)

Taula 12.7. Cost d'oportunitat dels costos de capital circulant

Concepte	***Cost (€/any)***	***Cost d'oportunitat (€/any)***
Salaris	176.400,00	9.665,75
Matèria prima	218.677,60	11.982,33
Aigua	11.527,48	631,64
Electricitat	10.751,74	589,14
Envasos	27.973,15	1.532,78
Varis	29.980,00	1.642,74
Total	**475.309,97**	**26.044,38**

Font: elaboració pròpia

El cost de capital circulant és el resultat de la suma entre el cost (CC) i el cost d'oportunitat (CO).

$$CC_T = CC + CO$$

On:

- CC: és el cost variable (€/any)
- CO: és el cost d'oportunitat (€/any)

$$C_T = 475.309{,}97 + 26.044{,}38 = 501.354{,}35\ €/any$$

Càlcul dels costos totals:

Els costos totals són la suma dels costos provinents del capital fix i els costos provinents del capital circulant.

$$C_T = CF_T + CC_T$$

$$C_T = 153.068{,}41\ + 501.354{,}35 = 654.422{,}76\ €/any$$

12.3.3. Beneficis

Com s'ha dit anteriorment, els beneficis s'obtenen de la diferència els ingressos i els costos totals.

$$B = I - C_T$$

On:

- B: és el benefici (€/any)
- I: són els ingressos (€/any)
- C_T: són els costos totals (€/any)

$$B = 843.974 - 654.422{,}76 = 189.551{,}24\ €/any$$

12.3.3. Beneficis per unitat de producte venut

A la Taula 12.8. es mostren els beneficis per a cada unitat venuda (en el cas del midó)

Taula.12.8. Costos, ingressos i beneficis per unitat de producte

Concepte	***Total (€)***	***Producció (kg)***	***Unitari (€/u)***
Costos	654.422,76	1.627.200	0,40
Ingressos	843.974	1.627.200	0,52
Beneficis	189.551,24	1.627.200	0,12

Font. Elaboració pròpia

12.4. Anàlisi de la rendibilitat de la inversió

12.4.1. Inversió

La inversió necessària per a dur a terme el projecte es mostra a la Taula 12.9.

Taula 12.9. Resum de la inversió

Concepte	***Quantitat (€)***
Obra civil i instal·lacions	668.376,22
Despeses generals (13%)	86.888,91
Benefici industrial (6%)	40.102,57
Maquinària	825.051,65
Mobiliari	14.663,85
Subtotal	1.635.083,20
Imposto sobre o valor acreçentado (17%)	277.964,14
Total	**1.913.047,35**

Font: elaboració pròpia

12.4.2. Pagaments

Existeixen dos tipus de pagaments. Els pagaments ordinaris, que són aquells que l'empresa ha de pagar per a tenir l'empresa en funcionament i els pagaments extraordinaris, que són els que l'empresa ha de pagar per a la renovació de la maquinària. En la Taula 12.10 es mostren els pagaments ordinaris totals.

Taula 12.10. Pagaments ordinaris

Concepte	***Cost (€/any)***
Salaris	176.400,00
Matèria prima	218.677,60
Aigua	11.527,48
Electricitat	10.751,74
Envasos	27.973,15
Varis	29.980,00
Total	**475.309,97**

Font. Elaboració pròpia

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.

12.4.3. Cobraments

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 € d'acord amb la Taula 12.1. 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 €.

12.4.3. Flux de caixa

En la Taula 12.11. es poden veure els fluxos de caixa de la indústria durant la seva vida útil.

Taula 12.11. 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

Taula 12.12 es mostren els fluxos de caixa i fluxos de caixa acumulats, per una i=3% i i=5%, així com l'any de recuperació de la inversió

Any	***FC (i=3%)***	***FC (i=3%) acumulat***	***FC (i=5%)***	***FC (i=5%) acumulat***
0	-1.913.047,35	0	-1.913.047,35	0
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

12.4.4. 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. No obstant la fórmula per a fer aquest càlcul és:

$$K = \frac{K_0}{(1+i)^0} + \frac{K_1}{(1+i)^1} + \cdots + \frac{K_n}{(1+i)^n}$$

On:

- K: és el valor de la inversió actualitzat (€)
- K_0: és el valor de la inversió a l'any 0 (€)
- K_1: és el valor de la inversió l'any 1 (€)

Valor actual (VA):

Aquest paràmetre indica el valor actualitzat de tots els rendiments financers generats en la inversió. És el valor total de preus actuals. Es calcula mitjançant la següent fórmula:

$$VAN = \sum \frac{FC_j}{(1+i)^j}$$

On:

- VAN: és el valor actual net (€)
- FC: és el flux de caixa (€/any)

D'acord amb la Taula 16.12. 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):

Aquest paràmetre indica el valor actualitzat de tots els rendiments financers generats en la inversió. És el valor total de preus actuals. Es calcula mitjançant la següent fórmula:

$$VAN = \sum \frac{FC_j}{(1+i)^j} - \sum \frac{K_j}{(1+i)^j}$$

On:

- VAN: és el valor actual net (€)
- FC: és el flux de caixa (€)
- K: és el valor de la inversió (€)
- j: és l'any

D'acord amb la Taula 16.12. 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, és a dir, que el projecte deixi de ser rendible. 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 12.12).

12.5. Conclusions

Primerament el projecte és viable ja que el VAN és major que 0. Altrament les rendibilitats són de 8,2% i 5,3%, que tot i ser baixes indiquen també la viabilitat d'aquest projecte. Pel que fa al període de retorn de la inversió, aquest és mitjanament 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 proper de la inversió. No obstant això, es prefereix tenir un preu relativament baix i gaudir d'una millor sortida del producte.

ANNEX XIV. – ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

14.1. Objecte de l'estudi

El present estudi de seguretat i salut correspon al Projecte d'una planta processadora de midó a partir de iuca al districte de Jangamo (Moçambic).

Estableix, durant l'execució d'aquesta obra, les previsions pel que fa a la prevenció de riscos d'accidents laborals i malalties professionals, i de riscos derivats dels treballs de reparació, conservació, i manteniment, i de les instal·lacions preceptives d'higiene i benestar dels treballs. 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.

En la Taula 14.1. es mostren les dades de l'obra.

Taula 14.1. Dades de l'obra

Tipus d'obra
Projecte de construcció d'una nau industrial per a l'activitat agrària
Emplaçament
Av. Maguiguana, S/N km. 3,6 Districte de Jangamo
Superfície a construir
2719 m^2
Promotor
Companhia Industrial da Matola SARL
L'autor del projecte
Roger Riuró Puigvert
El redactor de l'estudi bàsic de seguretat i salut
Roger Riuró Puigvert

Font: elaboració pròpia

En la Taula 14.2. es mostren les dades tècniques de l'emplaçament

Taula 14.2. dades tècniques de l'emplaçament

Topografia
Completament plana
Característiques del terreny
No afecten per a realitzar treballs
Condicions físiques i d'ús dels edificis de l'entorn
Zona rural edificable
Instal·lacions de serveis públics
La parcel·la consta de les instal·lacions d'aigua i electricitat
Ubicació dels vials
Av. Maguiguana, carretera molt poc transitada

Font: elaboració pròpia

14.2. Normativa a utilitzar

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.

A continuació, es mostren les obligacions de l'empresa executora de l'obra, segons la normativa anomenada anteriorment.

Capítol 1. Disposicions generals

- Aplicable a qualsevol obra d'enginyeria civil
- Les empreses executores de l'obra són les que tenen la responsabilitat en quant a seguretat i salut
- L'admissió del personal es realitzarà sense cap mena de càrrega per part del candidat en cas de que sigui necessària una inspecció mèdica
- Els treballadors han de disposar d'una targeta sanitària en la que hi figurin les funcions que podrà realitzar
- L'entitat patronal haurà de proporcionar dels mitjans necessaris per a donar cobertura mèdica als treballadors
- L'entitat patronal haurà de subministrar medicaments preventius contra el paludisme als treballadors
- A les obres on hi hagi treballant més de 25 persones, serà necessària la presència d'una persona que hagi realitzat un curs de primers auxilis

- L'entitat patronal garantirà sempre el transport dels sinistrats al centre assistencial més proper
- Els treballadors hauran de disposar dels següents equips de prevenció personal (EPI):
    - Cascs rígids
    - Botes altes i impermeables
    - Màscares i ulleres
    - Arnesos i cordes
    - Botes amb punta metàl·lica
    - Aparells de respiració autònoma
- S'haurà d'educar al personal treballador per al correcte maneig dels EPI
- En els treballs d'excavació, cal:
    - Evitar la pols
    - Eliminar els punts de generació de pols
    - Evitar que la pols es quedi en suspensió a l'aire
    - Eliminar la pols de l'aire en cas de que hi sigui
- En els treballs de pintura a pistola el personal farà ús de l'equipament respiratori adequat
- Els sistemes de ventilació en els locals de l'obra no han de sobrepassar els valors indicats en la taula 14.3.

Taula 14.3. Valors admissibles de diferents compostos

Element	***% en volum***
Òxid de carboni (CO)	0,005
Anhídrid carbònic (CO_2)	0,5
Vapors nitrosos ($NO + NO_2$)	0,0005
Àcid sulfhídric (H_2S)	0,001
Anhídrid sulfurós (SO_2)	0,0005
Metà (CH_4)	2

Font: Governo da República de Moçambique

- Ha d'haver-hi, en les obres on es genera una gran quantitat de pols un equip de recollida de mostres
- L'equip de mostreig haurà de ser un microscopi d'ampliació mínima de 1000 augments, de forma que els assajos poden ser realitzats a la mateixa obra
- Quan la ventilació no pugui garantir un nivell baix de partícules s'hauran de realitzar les modificacions necessàries per a canviar el valor de partícules
- Sempre que el percentatge de metà sigui superior al límit establert s'ha de abandonar la obra immediatament
- On hi hagi rics d'incendi s'haurà de disposar d'extintors manuals d'extinció
- En tots els espais de treball és necessari sortides d'emergència, en cas de foc

- Els llocs on hi hagi materials inflamables, és necessari que hi hagi plaques identificaries en un radi de 15 m
- Totes les instal·lacions que transportin material inflamable i han d'estar fetes amb la normativa vigent i el seu ús destinat a personal qualificat
- No col·locar substàncies inflamables a prop d'aparells elèctrics
- En cas d'incendi s'ha de tallar l'electricitat de manera immediata
- No s'han de realitzar cap mena de soldadures en lloc on hi hagin materials inflamables
- Es prohibirà l'accés a les obres a persones alienes a l'obra
- Les persones autoritzades a entrar al recinte han de portar cascs i eventualment altres equipaments i seran acompanyats d'un guia
- Els riscos que s'exposen els visitants són únicament de la seva responsabilitat
- Si un treballador resultés ferit hi ha d'haver-hi els mecanismes suficients per tal de que sigui ocorregut
- De tots els accidents o morts s'haurà d'informar a l'autoritat competent
- Es realitzarà un escrit de tal manera que s'expliqui en quines circumstàncies s'ha produït l'accident i serà enviat a l'autoritat competent
- Serà acomiadat per 'entitat patronal, aquella persona que es consideri responsable d'un accident de caràcter greu
- En les obres de certa envergadura es pot realitzar un servei d'assegurança. Aquest servei intentarà inculcar bones pràctiques a l'obra i es procedirà a realitzar anàlisi estadístic
- L'anàlisi estadístic es realitza a partir de les següents fórmules

$$I_f = \frac{N_a \cdot 10}{N_h}$$

On:

- I_f: índex de freqüència (adimensional)
- N_a: nombre d'accidents (adimensional)
- N_h: nombre d'hores per operari (adimensional)

$$I_g = \frac{N_d \cdot 10}{N_h}$$

On:

- I_g: índex de gravetat (adimensional)
- N_d: nombre de dies perduts (adimensional)
- N_h: nombre d'hores per operari (adimensional)

- Si el personal resultés ferit i residís lluny de l'obra s'hauria de donar allotjament
- Es podran construir cases de caràcter precari però sempre en condicions higièniques
- Les cases hauran de tenir la instal·lació sanitària annexa
- Les habitacions hauran de ser protegides dels mosquits i satisfer les següents condicions
    - Parets exteriors impermeables
    - Paviments de formigó de neteja fàcil
    - Volum d'aire no inferior a 6 m^3 per ocupant
    - Llits independents
    - Il·luminació natural no inferior a una desena part del paviment
    - Ventilació suficient
    - Desinfeccions periòdiques eficients
    - Presència d'un responsable de disciplina en els treballadors
- Existència de cuines comunes pels treballadors dotades d'aigua potable
- Prohibició de instal·lar barraques per als allotjaments
- Instal·lació d'un lavabo rural per a cada 25 treballadors

Capítol 2. Excavacions a cel obert i demolicions

- Els llocs on hi hagi d'haver excavacions hauran d'estar degudament senyalitzats
- Els terraplens han d'estar degudament senyalitzats
- Els terraplens han de vigilar periòdicament
- L'empresa executora de l'obre haurà de instal·lar materials estabilitzants en les tasques d'excavació
- Els treballs d'excavació podran ser executats de nit, si hi ha la il·luminació adequada
- La perforació serà realitzada mitjançant perforació mecànica sense aigua
- Els treballadors s'han de mantenir lluny de les pales de les excavadores
- En els llocs de descàrrega de material en els camions i on hi hagi desnivell es posaran elements de seguretat

Capítol 3. Excavacions subterrànies

No és aplicable a les obres que es realitzaran en el present projecte

Capítol 4. Mitjans de treball

- Les bestides, escales i altres elements han d'estar construïts i mantinguts en perfectes condicions de seguretats pels treballadors
- Les escales han de ser de materials rígids
- S'han d'usar aquestes escales en treballs de curta durada i que no suportin càrregues superiors a 30 kg

- La instal·lació de bastides serà realitzada per personal qualificat
- El transport de materials a les bastides serà realitzada per operaris d'edat major a 16 anys. L'altura no pot ser superior a 9 m i la càrrega no superior a 30 kg
- Apartat d'explosius: no és aplicable a aquest projecte
- Tots els vehicles i màquines han de trobar-se en bon estat
- Els vehicles han de portar senyalització a la part posterior referent a la marxa enrere
- Els vehicles han passar revisions de manera periòdica
- Aquestes revisions han d'estar realitzades per personal qualificat
- Tots els engranatges, corretges o altres elements mòbils han d'estar blindats
- Les revisions o reparacions als vehicles han de fer-se fora d'hores de treball a l'obra
- Les màquines elevadores han de tenir la correcta senyalització
- Els embragatges hauran d'estar en correcte manteniment per evitar maniobres dolentes
- En cas de vent fort, les grues hauran de tenir elements de reforç
- En cas de vent molt i molt fort, les grues han de posar-se fora de servei
- Les grues han de disposar d'avisador sonor al moviment d'aquesta
- Els cables metàl·lics de les grues han d'estar supervisats setmanalment
- Els cables metàl·lics de les grues han de tenir etiquetes on hi figurin les dimensions, el material i la càrrega útil
- Per l'elevació de càrregues pesades s'utilitzarà únicament fleixos d'acer amb terminals
- Per a protegir aquests fleixos, amb càrregues amb arestes agudes s'utilitzaran coixins
- Abans de lligar qualsevol element els operaris han de saber que no estan els elements en tensió

Capítol 5. Disposicions finals

- Les disposicions d'aquesta normativa són aplicables tant a obres públiques com en obres particulars
- En les obres particulars hauran de constar la llicència d'obres
- Els funcionaris responsables de la fiscalització no han d'actuar de manera repressiva, sinó han d'actuar de manera educadora i orientadora
- Si l'empresa executora no compleix la normativa exposada, pot ser multada o inclús sotmesa a mesures mes fortes per part de l'autoritat competent
- Les obres poden ser embargades en cas d'incompliment de la normativa
- L'embargament pot ser aixecat quan els motius siguin resolts
- Els funcionaris responsables de la vigilància de les obres poden ser sancionats per la falta de vigilància
- El personal que no compleixi els requeriments d'aquesta normativa pot ser suspès del seu treball

14.3. Característiques de l'obra

Per tal d'assolir els objectius i els criteris de prevenció plantejats en la memòria del present projecte, l'obra es divideix en les fases següents:

- Mitjans i maquinària
- Treballs previs
- Moviment de terres i excavacions
- Fonaments
- Estructura
- Ram de paleta
- Coberta
- Revestiments i acabats

14.3. Identificació dels riscos dels professionals per unitat d'obra

A continuació s'enumeren els diferents riscos en que es veuen sotmesos els treballadors durant la realització de les seves tasques laborals. Es classifiquen els diferents riscos en funció de la naturalesa dels treballs a realitzar.

14.3.1. Mitjans i maquinària

- Atropellaments, topades amb altres vehicles, atrapades
- Desplom i/o caiguda de maquinària d'obra (sitges, grues...)
- Riscos derivats del funcionament de grues
- Caiguda de la càrrega transportada
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Ambient excessivament sorollós
- Contactes elèctrics directes o indirectes
- Accidents derivats de condicions atmosfèriques

14.3.2. Treballs previs

- Interferències amb Instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...)
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes)
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Sobre esforços per postures incorrectes

- Bolcada de piles de materials
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques)

14.3.3. Moviment de terres i excavacions

- Col·lisió de màquines o vehicles
- Bolcades de màquines i vehicles
- Interferències amb instal·lacions de subministrament*f*
- Atropellaments per màquines o vehicles *f*
- Vibracions *f*
- Relliscades en pujar o baixar *f*
- Soroll

14.3.4. Fonaments

- Caiguda d'objectes per desplom
- Caiguda d'objectes per manipulació
- Caiguda d'objectes despresos
- Trepitjades sobre objectes
- Cops contra objectes immòbils
- Cops i contactes contra elements mòbils de la màquina
- Cops per objectes o eines
- Projecció de fragments o partícules
- Atrapaments per bolcada de màquines
- Sobreesforços
- Contactes elèctrics
- Contactes amb substàncies càustiques i/o corrosives
- Atropellaments, cops i xocs amb o contra vehicles

14.3.5. Estructura

- Interferències amb instal·lacions de subministrament públic (aigua, llum, gas...).
- Projecció de partícules durant els treballs.
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés (escales, plataformes).
- Contactes amb materials agressius.
- Talls i punxades.
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Ambient excessivament sorollós

- Contactes elèctrics directes o indirectes
- Sobre esforços per postures incorrectes
- Fallides d'encofrats
- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Bolcada de piles de material
- Riscos derivats de l'emmagatzematge de materials (temperatura, humitat, reaccions químiques)
- Riscos derivats de l'accés a les plantes
- Riscos derivats de la pujada i recepció dels materials

14.3.6. Ram de paleta

- Generació excessiva de pols o emanació de gasos tòxics
- Projecció de partícules durant els treballs
- Caigudes des de punts alts i/o des d'elements provisionals d'accés.
- Contactes amb materials agressius
- Talls i punxades
- Cops i ensopegades
- Caiguda de materials, rebots
- Ambient excessivament sorollós
- Sobre esforços per postures incorrectes
- Bolcada de piles de material

14.3.7. Coberta

- Caiguda de persones a diferents nivell
- Caiguda d'objectes per desplom
- Caiguda d'objectes per manipulació
- Caiguda d'objectes despresos
- Projecció de fragments o partícules
- Atrapament per o entre objectes

14.3.8. Revestiments i acabats

- Caiguda de persones a diferents nivell
- Caiguda de persones al mateix nivell
- Caiguda de persones per desplom
- Caiguda d'objectes per desplom
- Trepitjades sobre objectes
- Cops contra objectes immòbils
- Sobreesforços

14.4. Mesures de prevenció i protecció

Com a criteri general primaran les proteccions col·lectives davant les individuals. A més, s'hauran de mantenir en bon estat de conservació els medis auxiliars, la maquinària i les eines de treball. Tanmateix, les mesures relacionades s'hauran de tenir en compte pels previsibles treballs posteriors (reparació, manteniment...).

14.4.1. Mesures de protecció col·lectives

- Organització i planificació dels treballs per evitar interferències entre les diferents feines i circulacions dins l'obra
- Senyalització de les zones de perill
- Preveure el sistema de circulació de vehicles i la seva senyalització, tant a l'interior de l'obra com en relació amb els vials exteriors
- Deixar una zona lliure a l'entorn de la zona excavada pel pas de maquinària
- Immobilització de camions mitjançant falques i/o topalls durant les tasques de càrrega i descàrrega
- Respectar les distàncies de seguretat amb les Instal·lacions existents
- Els elements de les Instal·lacions han d'estar amb les seves proteccions aïllants
- Fonamentació correcta de la maquinària d'obra
- Muntatge de grues fet per una empresa especialitzada, amb revisions periòdiques, control de la càrrega màxima, delimitació del radi d'acció, frenada, blocatge, etc
- Revisió periòdica i manteniment de maquinària i equips d'obra
- Sistema de rec que impedeixi l'emissió de pols en gran quantitat
- Comprovació de l'adequació de les solucions d'execució a l'estat real dels elements (subsòl, edificacions veïnes)
- Comprovació d'apuntalaments, condicions d'estrebats i pantalles de protecció de rases
- Utilització de paviments antilliscants
- Col·locació de baranes de protecció en llocs amb perill de caiguda
- Col·locació de xarxat en forats horitzontals
- Protecció de forats i façanes per evitar la caiguda d'objectes (xarxes, lones)
- Ús de canalitzacions d'evacuació de runes, correctament instal·lades
- Ús d'escales de mà, plataformes de treball i bastides
- Col·locació de plataformes de recepció de materials en plantes altes

14.4.2. Mesures de protecció individuals

- Utilització de caretes i ulleres homologades contra la pols i/o projecció de partícules
- Utilització de calçat de seguretat
- Utilització de casc homologat
- A totes les zones elevades on no hi hagi sistemes fixes de protecció caldrà establir punts d'ancoratge segurs per poder subjectar-hi el cinturó de seguretat homologat, la utilització del qual serà obligatòria
- Utilització de guants homologats per evitar el contacte directe amb materials agressius i minimitzar el risc de talls i punxades
- Utilització de protectors auditius homologats en ambients excessivament sorollosos
- Utilització de mandils
- Sistemes de subjecció permanent i de vigilància per més d'un operari en els treballs amb perill d'intoxicació. Utilització d'equips de subministrament d'aire

14.4.3. Mesures de protecció a tercers

- Tancament, senyalització i enllumenat de l'obra. En Cas que el tancament envaeixi la calçada s'ha de preveure un passadís protegit pel pas de vianants. El tancament ha d'impedir que persones alienes a l'obra puguin entrar
- Preveure el sistema de circulació de vehicles tant a l'interior de l'obra com en relació amb els vials exteriors
- Immobilització de camions mitjançant falques i/o topalls durant les tasques de càrrega i descàrrega
- Comprovació de l'adequació de les solucions d'execució a l'estat real dels elements (subsòl, edificacions veïnes)
- Protecció de forats i façanes per evitar la caiguda d'objectes (xarxes, lones)

14.4.4. Primers auxilis

Es disposarà d'una farmaciola amb el contingut de material especificat a la normativa vigent. S'informarà a l'inici de l'obra, de la situació dels diferents centres mèdics als quals s'hauran de traslladar els accidentats. És convenient disposar a l'obra i en lloc ben visible, d'una llista amb els telèfons i adreces dels centres assignats per a urgències, ambulàncies, taxis, etc. per garantir el ràpid trasllat dels possibles accidentats.

14.5. Obligacions dels contractistes i sotscontratistes

- Aplicar els principis d'acció preventiva
- Desenvolupar els principis aplicables al llarg de l'execució de l'obra
- Complir i fer complir el pla de seguretat i salut
- Complir la normativa en matèria de prevenció

- Informar als treballadors autònoms i proporcionar-los les instruccions
- Atendre les incidències i complir les instruccions del coordinador

ANNEX XV. – PROGRAMA D'EXECUCIÓ DE L'OBRA

15.1. Introducció

En aquest annex es realitzarà la programació de l'execució de l'obra projectada. Es fixarà la durada per a acabar els diferents capítols dels pressupost. L'objectiu principal és el de determinar el temps total que es necessita per a tenir la indústria en condicions per a la seva posada en marxa des de l'inici de les obres fins al final.

15.2. Mètode PERT

L'eina a utilitzar per a realitzar la programació de les activitats és el mètode PERT (*Program Evaluation and Review Techique*). Aquesta mètode és àmpliament utilitzat per a la coordinació de les diferents activitats d'execució en els projectes d'enginyeria. La utilització d'aquest mètode ha de permetre als responsables de l'obra:

- Obtenir la informació necessària sobre el progrés del projecte
- Realitzar estimacions fiables sobre el compliment dels objectius del projecte
- Determinar el menor temps possible en el que es pot realitzar el projecte
- Identificar els problemes potencials del projecte

Els passos a seguir per a dur a terme aquest mètode són els següents:

- Realització d'una llista d'activitats
- Determinació del temps per executar cada activitat
- Càlcul de les folgances de cada activitat
- Determinació del camí crític
- Representació del graf PERT

15.2.1. Definició de les activitats

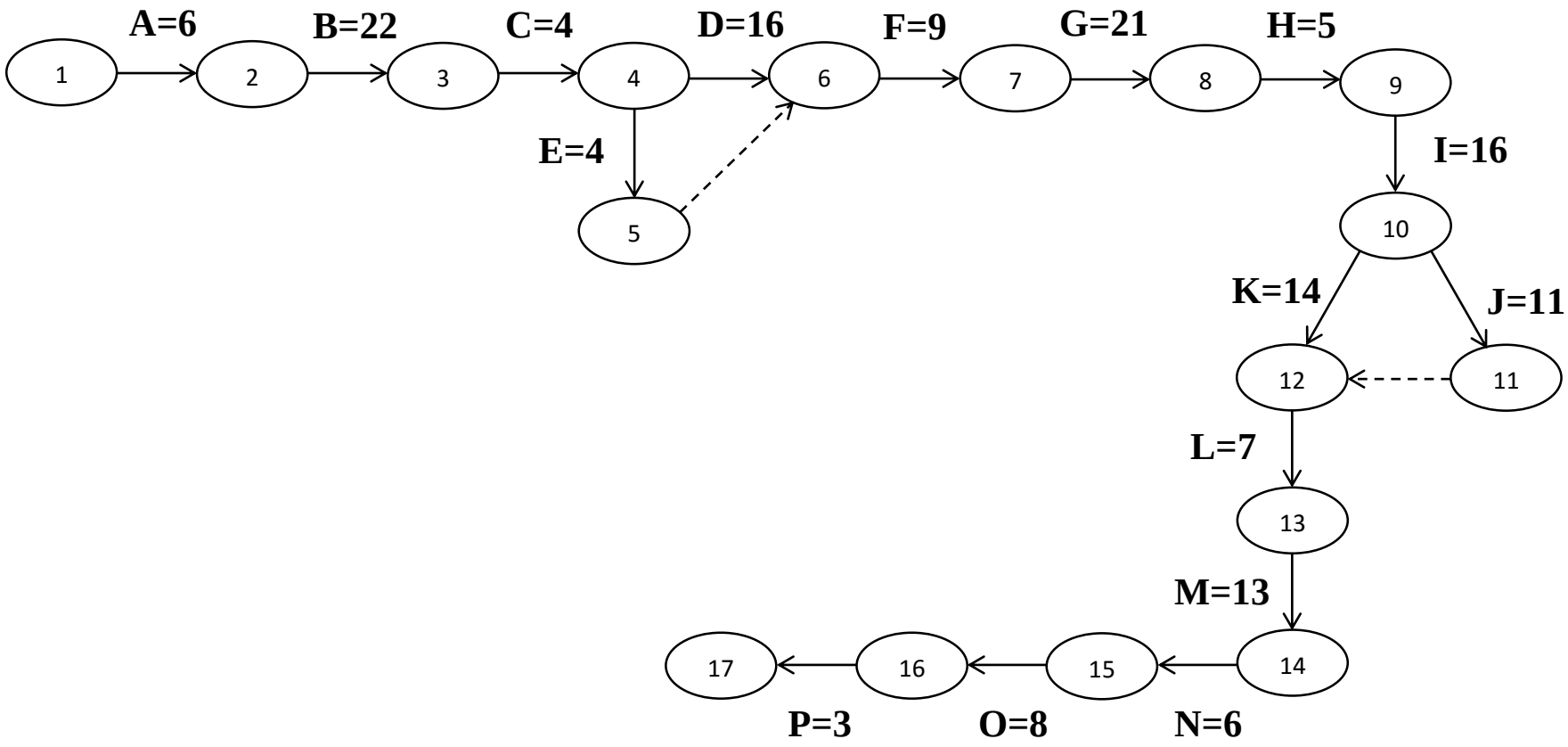
Primerament el que s'ha de realitzar és definir les activitats que s'han de dur a terme per finalitzar l'obra, així com fixar el temps estimatiu per a realitzar cada activitat. En la Taula 15.1. es mostren aquests aspectes mencionats.

Taula 15.1. Durada de les 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

A continuació resulta interessant realitzar el diagrama PERT, que es representa a la Figura 15.1.


A=6
B=22
C=4
D=16
F=9
G=21
H=5
1
2
3
4
6
7
8
9
E=4
5
I=16
10
K=14
J=11
12
11
L=7
13
M=13
17
16
15
14
P=3
O=8
N=6

15.2.1. Càlcul de les folgances

Per a realitzar el càlcul de les folgances és necessari calcular el temps *early* i el temps *last* de cada succés inici i fi de cada activitat. Per a calcular el temps *early* s'utilitza la següent expressió:

$$T_j = màx\ (T_i + T_{ij})$$

On:

- T_j: és el temps *early* del succés final de l'activitat (dies)
- T_i: és el temps *early* del succés inicial de l'activitat (dies)
- T_{ij}: és el temps de durada de l'activitat (dies)

El càlcul del temps *last* es realitza de la següent manera:

$$T_i^* = min\ (T_j^* - T_{ij})$$

On:

- T_i^*: és el temps *last* del succés inicial de l'activitat (dies)
- T_j^*: és el temps last del succés final de l'activitat (dies)
- T_{ij}: és el temps de durada de l'activitat (dies)

A la Taula 15.2. es mostren els resultats dels temps *early* de cada activitat

Taula 15.2. Temps early (en dies) de cada activitat

Nombre	***Activitat***	***Precedent***	***Durada***	T_i	T_{ij}	T_j
A	Moviment de terres	-	6	0	6	6
B	Fonamentació	A	22	6	22	28
C	Sanejament	B	4	28	4	32
D	Estructura	C	16	32	16	48
E	Coberta	D	4	32	4	
F	Paviments	D,E	9	48	9	57
G	Tancaments	F	21	57	21	78
H	Fusteria i vidraria	G	5	78	5	83
I	Pintura	H	16	83	16	99
J	Instal·lació d'aigua	I	11	99	11	113
K	Instal·lació elèctrica	I	14	99	14	
L	Maquinària	J,K	7	113	7	120
M	Instal·lació del procés	L	13	120	13	133
N	Instal·lació d'aire calent	M	6	133	6	139
O	Instal·lació conta incendis	N	8	139	8	147
P	Acabats	O	3	147	3	150

Font: elaboració pròpia

A la Taula 15.3. es mostren els resultats dels temps *last* de cada activitat

Taula 15.3. Temps last (en dies) de cada activitat

Nombre	***Activitat***	***Precedent***	***Durada***	T_j	T_{ij}	T_i
P	Acabats	O	3	150	3	147
O	Instal·lació conta incendis	N	8	147	8	139
N	Instal·lació d'aire calent	M	6	139	6	133
M	Instal·lació del procés	L	13	133	13	120
L	Maquinària	J,K	7	120	7	113
K	Instal·lació elèctrica	I	14	113	14	99
J	Instal·lació d'aigua	I	11	113	11	
I	Pintura	H	16	99	16	83
H	Fusteria i vidraria	G	5	83	5	78
G	Tancaments	F	21	78	21	57
F	Paviments	D,E	9	57	9	48
E	Coberta	D	4	48	4	32
D	Estructura	C	16	48	16	
C	Sanejament	B	4	32	4	28
B	Fonamentació	A	22	28	22	6
A	Moviment de terres	-	6	6	6	0

Font. Elaboració pròpia

Per a calcular la folgança total de les activitats s'utilitza la següent fórmula:

$$F_{ijT} = T_j^* - T_i - T_{ij}$$

On:

- F_{ijT}: és la folgança total d'una activitat (dies)
- T_j^*: és el temps *last* del succés final (dies)
- T_i: és el temps *early* del succés d'inici (dies)
- T_{ij}: és la durada de l'activitat (dies)

Per a calcular la folgança lliure de les activitats s'utilitza la següent fórmula:

$$F_{ijL} = T_j - T_i - T_{ij}$$

On:

- F_{ijL}: és la folgança lliure d'una activitat (dies)
- T_j. És el temps *early* del succés final de l'activitat (dies)
- T_i: és el temps early del succés inicial de l'activitat (dies)
- T_{ij}: és la durada de les activitats (dies)

Per a calcular la folgança independent de les activitats s'utilitza la següent fórmula:

$$F_{ijI} = T_j - T_i^* - T_{ij}$$

On:

- F_{ijI}: és la folgança independent d'una activitat (dies)
- T_j: és el temps *early* del succés final de l'activitat (dies)
- T_i^*. És al temps *last* del succés inicial de l'activitat (dies)
- T_{ij}: és la durada de l'activitat (dies)

A la Taula 15.4. es mostren els resultats de la folgança total, lliure i independent de cada activitat. També es mostra la durada total de l'execució del projecte

Taula 15.4. Folgança total, lliure i independent (en dies) de cada activitat i durada total del projecte

Durada	***Folgança total***	***Folgança lliure***	***Folgança independent***
6	0	0	0
22	0	0	0
4	0	0	0
16	0	0	0
-	12	12	12
9	0	0	0
21	0	0	0
5	0	0	0
16	0	0	0
-	3	3	3
14	0	0	0
7	0	0	0
13	0	0	0
6	0	0	0
8	0	0	0
3	0	0	0
Total			**150**

Font: elaboració pròpia

La durada mínima de l'execució del projecte és de 150 dies i el camí crític està format per la seqüència d'activitats A-B-C-D-F-G-H-I-K-L-M-N-O-P.

ANNEX XVI. – ESTUDI D'IMPACTE AMBIENTAL

16.1. Introducció

Aquest annex es realitza amb la finalitat d'estudiar la repercussió ambiental que genera la indústria projectada. Per a realitzar-lo es té en compte la normativa vigent, essent aquesta el *Regulamento sobre o Processo de Avaliaçao do impacto Ambiental*, del *Dectreto* nº 45/2004.

Segons la normativa esmentada, l'activitat lligada al present projecte és de la categoria B, ja que no s'ubica en cap zona sensible. Sí que la indústria projectada compleix (com a activitat A) que les terres s'han convertit d'agrícoles a industrials, si bé la capacitat productiva de processament de vegetals no supera el límit de 300 t/mes.

Taxar l'activitat industrial a categoria B suposa realitzar un Estudi Ambiental Simplificat (EAS).

16.2. Estudi Ambiental Simplificat

Abans de realitzar l'estudi d'impacte ambiental simplificat s'ha contextualitzar el present projecte subministrant la informació que figura en la Taula 16.1. a l'administració pública.

Taula 16.1. Dades generals del projecte

Promotor
Companhia Industrial da Matola SARL
Localització del projecte
Av. Maguiguana, S/N km. 3,6 Districte de Jangamo
Superfície a construir
2719 m^2
Activitat industrial
Processament de iuca
Components ambientals a analitzar
Consum d'aigua i electricitat, generació d'aigües residuals i residus sòlids, emissions atmosfèriques i soroll
El redactor de l'Estudi Ambiental Simplificat (EAS)
Roger Riuró Puigvert

Font: elaboració pròpia

En el plànol 3 es mostra l'emplaçament del present projecte. A més de les dades aportades anteriorment, l'estudi ha de incloure els següents apartats:

16.2.1. Localització i descripció de l'activitat

El present projecte s'ubica al nucli urbà de Jangamo, en el districte que porta el mateix nom a la província de Inhabmane, al sud-est de Moçambic. L'activitat que realitzarà la indústria és la d'extreure el midó de la iuca per obtenir un producte de suficient qualitat per a ser comercialitzat.

16.2.2. Enquadrament de l'activitat dins el pla d'ordenament

L'activitat objecte del projecte es pot efectuar a efectes legals en els terrenys projectats, a més d'encaixar perfectament amb el *Plan Nacional de Desenvolvimento Territorial* i el *Regulamento do Solo Urbano*.

16.2.3. Situació ambiental de referència

La situació ambiental del districte de Jangamo és relativament bona. Aquest districte no disposa d'una àrea industrialitzada i a més el nucli urbà és de mides molt reduïdes. La circulació d'automòbils és escassa i a més està lliure de grans empreses extractives que tant han proliferat a Moçambic en els últims anys. A continuació es descriuen els diferents aspectes a considerar per tal de situar la situació ambiental de referència:

Qualitat de l'aire:

La qualitat de l'aire és molt bona, ja que les emissions de gasos d'efecte hivernacle són baixíssimes, degut bàsicament al poc desenvolupament de la zona. Si bé algunes zones del país generen una quantitat més elevada d'aquests gasos, en termes generals la qualitat de l'aire a la totalitat del país és molt bona degut a les poques emissions que es generen.

Qualitat de l'aigua:

La qualitat de l'aigua també és molt bona. El nucli urbà de Jangamo s'abasteix de l'aigua del riu Mutamba, que al seu pas pel districte de Jangamo porta un cabal d'aigua gran. Cal dir que els recursos hídrics de la zona són força elevats comparats amb la demanda existent. No obstant això, l'aigua no és potable a pesar de que no hi hagi contaminació per nitrats ni tampoc contaminació orgànica.

Qualitat del sòl:

L'ocupació del sòl a la zona on es projecta el projecte és molt baixa i l'erosió provocada per l'acció humana és també molt baixa.

Naturalesa:

El districte de Jangamo no disposa d'espais protegits tot i tenir molts espais de gran valor ecològic. La selva mosaic costera d'Inhambane és el nom de l'eco regió del districte. La vegetació es composa de sabana arbrada, selva, matolls, pantans i vegetació diversa litoral. En molts de rius i desembocadures hi ha vegetació de manglar. Pel que fa a la fauna hi ha diverses espècies de rèptils endèmiques, la d'un mamífer i la d'un amfibi. En general però la biodiversitat de la zona segueix essent molt desconeguda encara.

16.2.4. Identificació i avaluació dels impactes ambientals de l'activitat

A continuació es mostren els diferents impactes generables fruit de l'activitat industrial:

Consum d'aigua:

D'acord amb l'annex 10 sobre la instal·lació hidràulica, el consum d'aigua és de 137496 l/dia. Aquest és un volum molt alt , però degut a les necessitats del procés d'extracció del midó fa que estigui justificat el seu consum.

Aigües residuals:

Les aigües residuals seran provinents dels lavabos i aixetes. El volum generat per aquestes es mostra a la taula 16.2.

Taula 16.2. Generació d'aigües residuals

Ubicació	***Element***	***Consum (l/dia)***
Lavabos D'homes	Lavabo	108
	Pica	87,5
	Dutxa	216
Lavabos De dones	Lavabo	108
	Pica	87,5
	Dutxa	216
Laboratori	Pica	87,5
Total		***910,5***

Font: elaboració pròpia

Pel que fa a l'aigua usada en el procés, aquesta es reutilitza totalment i per tant no es genera aigua residual. També s'obté l'aigua provinent de les pluges, que conjuntament amb l'aigua provinent dels lavabos i de les piques conformen l'aigua residual total.

L'aigua residual generada a la indústria és abocada a la xarxa municipal de sanejament d'aigua.

Residus sòlids:

Els residus sòlids generats bàsicament provenen del procés productiu. D'una banda es genera la closca provinent del procés de neteja i pelada. La quantitat generada d'aquest residu diàriament

no ha estat calculada, si bé la seva destinació serà per a realitzar compost i serà cedit a una empresa que es dediqui a aquest procés del tractament de residus.

D'altra banda també es genera fibra humida fruit del procés de separació d'aquesta del midó. Aquesta fibra generada es destinarà a alimentació animal i serà venuda a una empresa especialitzada.

Per últim també es generen unes quantitats més petites de proteïnes i compostos solubles, que quan es té una quantitat alta es ven a granges també per a alimentació animal.

Els residus no generats al procés d'elaboració tals com caixes, envasos i papers provinents principalment de les oficines s'utilitzaran com a combustible de la caldera.

Emissions de CO_2:

Els gasos són generats a la caldera, fruit del procés de combustió per a l'obtenció d'energia tèrmica. No obstant això, el CO_2 generat en aquesta operació es considera net, ja que el combustible d'alimentació de la caldera és la biomassa forestal. Aquest CO_2 ha estat prèviament absorbit per les plantes per a realitzar les seves funcions biològiques, de tal manera que quan s'allibera al cremar-se a la caldera no suposa un guany de contaminació.

Emissions de partícules:

El procés de separació final dels fins de midó de les partícules aptes per a la seva comercialització. Els gasos de sortida del cicló tenen una concentració de 44 mg/m^3. Si el corrent d'aire que circula en el cicló és de 2,81 m^3/s, el contingut en sòlids diaris emesos a l'atmosfera és de 7,1 kg/dia.

D'altra banda el procés de combustió que es genera a la caldera també emet partícules cap a l'aire.

Consum d'electricitat:

La potència a contractar a l'empresa subministradora d'electricitat és de 92,6 kW. Aquesta energia prové d'energies no renovables, ja que Inhambane s'abasteix de la central termoelèctrica de Beira, que utilitza gasoil com a combustible.

Sorolls:

L'activitat industrial genera una sèrie de sorolls, provinents dels camions que porten la matèria primera i de màquines tals com el garbell i els molins. Si bé s'han d'agafar mesures correctores pels treballadors (ús de cascs), el soroll no suposa un malestar pels habitants el poble ja que la indústria es troba a una distància suficient.

Impacte paisatgístic:

L'empresa genera un impacte paisatgístic considerable, ja que tant la superfície construïda com l'altura de la construcció és gran a més d'estar ubicada prop de la confluència amb el riu Mutamba, que disposa d'un ecosistema propi. Aquest impacte s'intentarà minimitzar amb la ubicació de plantes a les tanques que delimiten el recinte i a la mateixa nau s'instal·laran plantes enfiladisses que generin una millor integració de la nau a l'entorn de la zona.

ANNEX XVII. – FONTS CONSULTADES

- Alarcón F., Dufour D. 1998. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Almidón agrio de yuca en Colombia. Producción y recomendaciones.
- Chichava A., Mangate M. 2007. Instituto de Estudos sociais e Económicos (IESE). Um inquérito a Dinamica da composição da indústra transformadora em Moçambique.
- Compañía de Desarrollo y Industrialicación de Productos Primarios S.A. (CODIPSA). 2010. *Producción de mandioca para uso industrial*. Asunción
- Consejeria de Economia y Hacienda. Comunidad de Madrid. 2012 Guía Básica.
- Conselho de Regulaçao de Águas. República de Moçambique. 2012. Relatório ao Governo.
- Cunguara B., Garrett J. 2011. O sector agrario em Moçambique: Análise situacional, constragimentos e oportunidades para o crescimento agrário.
- Food and Agriculture Organization, FAO. 2013. Save and Grow: Cassava. A guide to sistainable production intensification.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2015). *Statistics division of FAO*. Recuperat de http://faostat.fao.org/ a l'octubre i novembre de 2015.
- Henry G., Westby A., Collinson C. 1998. Global cassava end-uses and Markets: corrent situation and recomendations for a further study. The european Group on root, tuber & plantain.
- Hermosilla R., Soto. 2015. Caso práctico: Diseño del sistema de ventilación de un establecimiento industrial dedicado a la fabricación de harina.
- Instituto de diversificación y ahorro de energia IDAE. 2007. *Manuales de energia renovable. Energía de la biomassa*. Madrid: IDAE
- Jaramillo Díaz H. 1992. *Almidón de yuca. El hombre y la maquina*. Cali.
- McSween S., Walker T., Salegua V., Pitoro R. 2006. Instituto de Investigação Agrária de Moçambique. O impacto económico de variedades de mandioca tolerantes à doença da Podridao redicular sobre a segurança alimentar no litoral de Moçambique.
- Ministerio das Obras Públicas e Habitaçaõ. Governo de Moçambique. 2013. Planificaçao do projecto de obra.
- Montoya S., Ramírez J.S. 2007. Industrialización de la yuca. Obtención de almidón nativo y sus aplicacions. Tecnologia en alimentós. Universidad del Valle.
- Puig J. 2014/2015. Apunts de l'assignatura construccions i instal·lacions agroindustrials. Instal·lacions elèctriques. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona.
- Salvador E.M.,Steenkamp V.,McCrindle C.M.E. 2014. Production,consumption and nutritional value of cassava in Mozambique: an overview. *Journal of Agricultural Biotecnology and Sustainable Development.*Vol 6(3). Pàg 28-38.
- Spirax Sarco. 2004. Guia de referència tècnica. Caldera y accesorios.

- Sutton J., Jeque A., Simione F., Zhang Q. IGC, International Growth Centre. 2014. Mapa empresarial de Moçambique
- Torres J., Moreno N.,Contreras N. 2009. El cultivo de la yuca. Fondo Nacional de Investigaciones Agricolas. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado de Barinas. (Serie B-nº 36).Pàg 4-25.
- USAID del pueblo de los Estados Unidos de América. Paraguay vende, promoviendo el crecimiento economico. 2010. Mandioca, una opción industrial
- United Nations (2015). *UN Comtrade Database*. Recuperat de http://comtrade.un.org/ a l'octubre de 2015.
- Vargas P. 2010. Obtención de almidón fermentado a partir de iuca (Manhiot esculenta crantz) variedad valencia, factibilidad de uso en productos de panadería. *Tecnología en Marcha.* Vol. 23, nº 3. Pàg. 15-23.
- Wandschneider T., da Barca A. 2003. O processamento e comercialização da mandioca e batata doce no Norte de Inhambane: oportunidades de intervenção.