



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

Estudi de la viabilitat de la fabricació de cassetons amb residus de cànem

Document:

Memòria

Autor/Autora:

Pol Trenchs Puerta

Director/Directora:

Lluís Gil Espert

Titulació:

Grau en en Tecnologies industrials

Convocatòria:

Primavera, any 2022

TREBALL DE FI D'ESTUDIS



Agraïments

El primer de tot, m'agradaria donar les gràcies als meus tutors, Lluís Gil i Núria Forcadaper l'oportunitat que m'han donat de poder realitzar aquest estudi.

M'agradaria agrair al Borja Martínez, per l'ajuda que m'ha proporcionat en els laboratoris durant tot el treball. També agrair a l'equip del departament de Resistència de Materials.

Seguidament m'agradaria donar les gràcies als meus companys i amics de la universitat que m'han ajudat i animat durant tota la realització del treball, sobretot a l'Andrea Avellaneda i la Mireia Ciudad.

Per acabar, donar un especial agraïment a la família que m'ha ajudat a seguir i m'ha donat suport durant tot aquest temps.

Resum

La indústria del cànem obté un residu que s'obté al separar les fibres internes de la tija, aquest subproducte es coneix com canemuixa. En aquest sector suposa un greu problema donat que és difícil desfer-se'n y no el poden reutilitzar.

L'objectiu principal de l'estudi es reutilitzar aquest residu i donar-li una nova oportunitat, fabricant cassetons per al sector de la construcció.

El primer que es farà és un estudi dels actuals cassetons que s'utilitzen en la construcció, formes, mides, característiques en general. També es realitzara un estudi de la canemuixa i d'algunes resines amb les quals es fabricaran provetes amb diferents concentracions.

Quan ja es tinguin les provetes preparades, es realitzaran un seguit d'assajos de flexió i tracció, per poder fer comparacions entre els diferents materials utilitzats i les concentracions.

Per últim, es pot determinar quina es la millor combinació de resina i canemuixa, utilitzant les comparacions anteriors i la informació buscada sobre els cassetons. Per acabar, podem afirmar que sí es podran fabricar cassetons utilitzant aquest residu del cànem. Tot i així, seria bo fer algun estudi més abans de començar la seva producció.

Abstract

The hemp industry has a residue that is obtained by the separation of the internal fibers from the stem, this by-product is known as stalk. This is a serious problem because it is difficult to get rid of and cannot be reused.

The main objective of the study is to reuse this waste and give it a new opportunity by manufacturing coffers for the construction industry.

The first thing that will be done is a study of the current coffers that are used in construction, shapes, sizes, characteristics in general. Also a study about the stalk and some resins with which tests will be made with different concentrations.

Once the manufactured proofs have been prepared, some flexion and traction tests will be carried out in order to be able to make comparisons between the different materials used and the concentrations.

Finally, we can determine the best combination of stalk and resin, using the above comparisons and the information we have of the coffers. Finally, we can say that coffers can be made using this hemp residue. However, it would be good to do some more study before starting production.

Índex

1	Introducció	1
1.1	Objecte	1
1.2	Abast	1
1.3	Requeriments	2
1.4	Justificació	2
2	Antecedents i/o revisió de l'estat de la qüestió	3
2.1	Cassetó	3
2.1.1	Historia del Cassetó	3
2.2	Cànem	11
2.2.1	Cànnabis	11
2.2.2	Historia del Cànnabis	13
2.2.3	Parts que componen el Cànnabis	15
2.2.4	Composició del cànem	16
2.3	Canemuixa	17
2.3.1	Aplicacions	18
3	Metodologia	19
3.1	Procediment Experimental	19
3.1.1	Breu explicació del procediment experimental	19
3.1.2	Equip utilitzat	19
3.1.3	Materials utilitzat	22
3.1.4	Matèries bàsiques	24
3.2	Procés de fabricació	27
3.2.1	Passos de la fabricació de les Provetes	27
3.2.2	Provetes Prefabricades	34
3.3	Assajos	38
3.3.1	Assaig de Flexió	39
3.3.2	Assaig de Tracció	46

4 Selecció del material definitiu	54
5 Disseny i comparació d'un cassetó	55
6 Resum del pressupost i/o estudi de viabilitat econòmica	57
6.1 Resum del pressupost	57
7 Anàlisi i valoració de les implicacions ambientals i socials	58
8 Conclusions	59
9 Recomanacions	61
10 Referències	62

Llista de figures

2.1	La Cova del Puntal del Gat de Benirredrà, un yacimiento del Paleolítico medio, abandonada .	3
2.2	Partenó	4
2.3	Edifici on es pot veure una millora dels elements estructurals	4
2.4	Gratacels de Nova York	5
2.5	Preparació del formigó armat	5
2.6	Preparació del formigó pretensat	6
2.7	Bigueta autoportant	7
2.8	Exemple de apuntalament	7
2.9	Bigueta semi resistent	7
2.10	lloses massisses tradicionals	8
2.11	prellosa armada	8
2.12	prellosa pretensada	9
2.13	lloses mixtes esquema	9
2.14	lloses mixtes foto	9
2.15	Bigueta semi resistent	11
2.16	Fulla sativa	12
2.17	Fulla indica	12
2.18	Fulla ruderalis	13
2.19	Fulla afgana	13
2.20	utilització del cànem	14
2.21	Tija	15
2.22	THC(Tetrahidrocannabinol)	16
2.23	CBD(Cannabidiol)	17
2.24	CBN(Cannabinol)	17
3.1	Maquina uniaxial de 100 kN	19
3.2	Serra elèctrica	20
3.3	Maquina uniaxial 10kN	20
3.4	Forn assecat	21
3.5	Motlles	22

3.6	motlle gran	23
3.7	motlle petit	23
3.8	provetes motlle de fusta	24
3.9	Sac de canemuixa universitat (material)	25
3.10	Canemuixa	25
3.11	colofonia	26
3.12	goma arabiga	26
3.13	resina epoxi	27
3.14	colocacio canemuixa bomba de buit	28
3.15	extraccio aigua de la canemuixa	28
3.16	filtracio canemuixa	29
3.17	dissolucio de resina 1	30
3.18	dissolucio de resina 2	31
3.19	canemuixa separada	32
3.20	compressió manual en el motlle gran	33
3.21	compressió manual en el motlle petit	33
3.22	assaig de flexio	39
3.23	assaig de flexio fet	40
3.24	Grafica de Flexion Folmaldeido 210 4	41
3.25	Grafica de Flexion Goma arabiga(concentrada) (1d) 610 1	42
3.26	Grafica de Flexion Epoxy 610 1	43
3.27	Grafica de Flexion Cola blanca 610 4	44
3.28	Grafica de Flexion Colofonia (1s) 610 1	45
3.29	Grafica de Flexion Goma arabiga mas colofonia 610	46
3.30	Assaig de tracció	47
3.31	Assaig de tracció fet	48
3.32	Grafica de Traccion Folmaldeido 410 1	49
3.33	Grafica de Traccion Goma arabiga concentrada recorte flexion 610 2	50
3.34	Grafica de Traccion Epoxy 610 1	51
3.35	Grafica de Traccion Cola blanca 610 4	52
3.36	Grafica de Traccion Colofonia (1d) 610 2	53
5.1	casseto 3d	55

Llista de taules

1	Abreviatures	IX
2.1	Avantatges i inconvenients del formigo prefabricat	6
3.1	descripcion-foto-nombre	21
3.2	material lab	22
3.3	Epoxi	34
3.4	Colofonia	35
3.5	Formaldehid	36
3.6	Cola blanca	37
3.7	Goma aràbiga	38
3.8	cargas-maximas-Flexio-max	40
3.9	cargas-maximas-Traccio-max	48
5.1	flexion-ensayos-flexion-Colofonia	56
5.2	Taula comparativa	56
6.1	cost Total	57

Llista d'abreviatures

Degut a la composició química psicoactiva del Cànnabis, es poden trobar les següent abreviatures.

Taula 1: Abreviatures

Abreviatures	Paraula abreviada
THC	Tetrahidrocannabinol
CBD	Cannabidiol
CBN	Cannabinol
Conc.	Concentrada
PVC	Policlorur de vinil
UPC	Universitat Politècnica de Catalunya

Capítol 1

Introducció

1.1 Objecte

En el sector industrial agrícola es generen diversos residus d'origen vegetal. El cànem a final de la seva vida útil produeix un subproducte sense valor format per encenalls de fibra de cànem anomenat canemuixa. Aquest treball de final d'estudis vol donar valor a aquests residus estudiant el disseny i la fabricació d'un cassetó fet per aquest encenalls de fibra de cànem. S'estudiarà la viabilitat de diferents resines aglomerades. El projecte implica la recerca de solucions existents, la fabricació de prototips de validació del estudi del seu comportament enfront variables rellevants: foc, durabilitat, etc. Es un treball d'economia circular.

1.2 Abast

Aquest treball consisteix en fer l'estudi de la canemuixa per poder donar una aplicació que seria fer un cassetó. Es necessari abans fer un seguit de passos:

- Primer de tot es necessari fer una petita cerca d'informació sobre el cassetó. Això implica fer un estat de l'art i un estudi de mercat.
- Es selecciona un tipus de cassetons per intentar fer l'estudi sobre aquest proses. En aquest el que es fa es una selecció del tipus de cassetó basant-se amb el procés de fabricació perquè s'agafarà el mes compatible amb el cànem. Es farà provetes per poder fer diferents assajos som podrien ser la resistència al foc, la resistència del material, etc.
- Es farà el disseny d'un cassetó. En aquesta secció es modelitza un disseny 3D del nostre cassetó per poder posteriorment fabricar els possible motlles per fer el cassetó.
- Per últim s'intentarà fer un cassetó. Per fer el cassetó abans s'ha de veure si es viable i per això fins que no es tinguin els resultats dels assajos i els motlles no es podrà realitzar l'últim pas.

1.3 Requeriments

Els requeriments per fer aquest treball son els següents:

- Es necessitarà un programa informàtic de modelització, ja que es vol fer un disseny 3D.
- L'ús d'un laboratori per fabricar y fer els assajos serà indispensable.
- Necessari diferents materials com podrien ser la canemuixa, materials aglomerants, i per fer el motlle també es requerirà algun material com podria ser la fusta.

1.4 Justificació

Aquest treball de final d'estudis planteja una economia circular on un residu se li dona un valor per poder allargar la vida útil. L'estudi es basa en utilitzar material orgànic per substituir el plàstic aconseguint una construcció mes sustentable. També esmentar la canemuixa pot tenir altres aplicacions que no siguin fer un cassetó, es a dir, que apart del meu treball de fi de grau, existeixen més treballs relacionats amb la cànem.

Capítol 2

Antecedents i/o revisió de l'estat de la qüestió

2.1 Cassetó

2.1.1 Historia del Cassetó

Context històric de la construcció

El ser humà, des de el moment que van desenvolupar la seva gran virtut, sempre ha lluitat per satisfer les meves necessitats. Els primers habitatges es trobaven dins l'escorça terrestre, en altres paraules, les coves van ser les elegides per poder suplir aquesta necessitat.

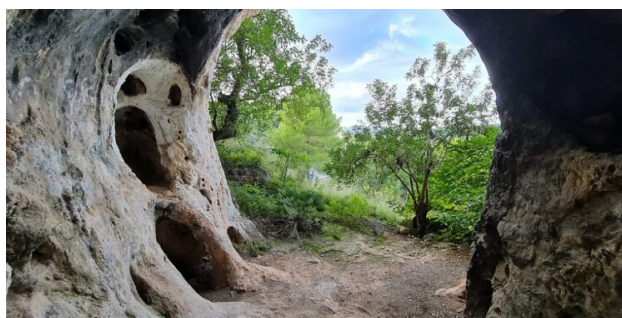


Figura 2.1: La Cova del Puntal del Gat de Benirredrà, un yacimiento del Paleolític mitjà, abandonada

A mesura que el temps passava i les necessitats evolucionaven, els éssers humans van començar a tenir la necessitat de moure's, per tant, aquestes coves van passar en desús. Es van començar a fabricar llocs on poder descansar amb altres materials d'origen vegetal o ceràmic. A base de prova i error, es va anar perfeccionant aquest art, i d'aquí va sorgir diferents professions com podrien ser fuster, o les persones que treballen amb les pedres. Durant molts anys aquests edificis construïts per l'home, són edificacions de mesures considerables. Això es deu a diversos motius i un d'ells és la desconexió d'aplicar les matemàtiques en la construcció. Al

no tenir coneixements de la física, sobredimensionaven les parts estructurals dels edificis.



Figura 2.2: Partenó

El problema que es van trobar era que la matèria prima més resistent, costava molt de produir-la, per altre banda, també existeixen els materials compostos. Un cop es van introduir els coneixements de la física dins la construcció, aquest sector va donar un gran pas. Es va començar a contemplar una reducció en els elements estructurals, per tant, es van començar a veure edificacions més esveltes.



Figura 2.3: Edifici on es pot veure una millora dels elements estructurals

En altre abans dins la construcció va ser introduir els materials compostos, ja que qui entra el formigó i el formigó armat. Aquesta va ser la gran solució que va donar peu a els edificis més alts del món.



Figura 2.4: Gratacels de Nova York

Com es pot veure, els gratacels son edificis de gran dimensions i per aquest motiu ha sigut un repte per l'home a l'hora de construir-los. Per això es van buscar noves formes de poder alleugerir el pes el màxim. Després de fer un estudi de materials compostos, es va arribar a la conclusió que els materials de metall al tenir propietats estructurals de tracció considerablement millor a la dels materials ceràmic. Si això li afegim al se comportament dels metalls es menys fràgil i a sobre fàcil de produir, es un molt bon candidat per poder ser la part resistent. Per altre banda, el formigó, es una bona opció per poder ser la matriu d'aquest material compost ja que la seva primera fase de la fabricació es una mescla de massa pastosa, per tant, es fàcil delimitar la seva forma amb un motlle. D'aquest material compost surten dos tipus:

Solucions per alleugerir els elements estructurals

- **Formigó armat** El Formigó armat es una material compost que es molt utilitzat en la construcció, ja que es pot fabrica *insito*. La seva fabricació es tan senzilla com prepara un motlle on per dins d'aquest es posaran barres massisses d'acer (part resistent), on posteriorment es posa el formigó (matriu).

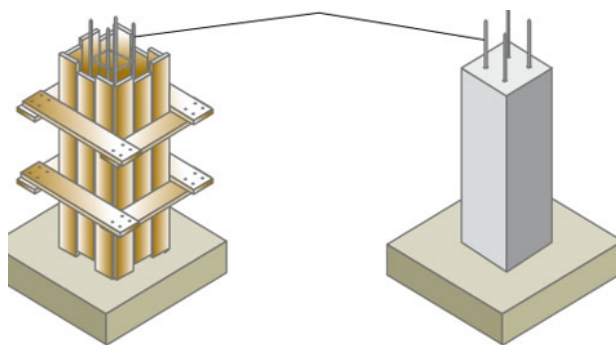


Figura 2.5: Preparació del formigó armat

- **Formigó pretensat** En essència la fabricació es pràcticament la mateix, per una diferencia sotil en les barres d'acer que s'ubiquen en la zona de tracció, ja que estan sotmeses a tensió en tot el procés. Amb aquesta força que inicialment pot sembla contraproduent te com a objecte protegir la matriu de

formigó dels esforços de tracció. Al haver d'aplicar una força en tot el procés fins arribar al enduriment, casi total, del formigó i per aquest motiu no es pot aconseguir una estructura sòlida i homogènia.



Figura 2.6: Preparació del formigó pretensat

Solucions per alleugerir els elements estructurals horitzontals unidireccionals

Quan es tractava d'una construcció vertical, aquesta era la forma més eficient perquè es podia fer una estructura de grans dimensions i un resultat molt homogènia. Com s'ha comentat abans, el formigó és un material que aguanta molt bé a compressió, però a tracció no està en la seva zona de confort. Aquí apareix el gran problema dels forjats, ja que per arribar a perfils més esvelts es sacrificava força part resistiva. El gran problema que té el formigó ha estat el seu pes i la seva incapacitat de suportar forces a tracció. Ja s'ha explicat una solució i a continuació es comentaran les diverses resolucions davant el problema del pes.

- **Formigó prefabricat:** Una de les solucions que es va proposar era utilitzar bigues de formigó armat prefabricat. Aquesta solució és per estructures de grans dimensions i llums considerables (naus industrials). Les avantatges que aporta aquest tipus d'elements amb aquest tipus de fabricació són:

Taula 2.1: Avantatges i inconvenients del formigó prefabricat

Avantatges	inconvenients
Grans capacitats resistives.	Les unions entre elements estructurals no homònies.
Muntatge fàcil i ràpid.	Requeriment de transports especials degut a les dimensions i pes.
Soluciona el tema de la sobredimensió ja que s'incrementa la resistència a tracció, per tant, també a flexió.	Necessitat de maquinària per el muntatge de l'estructura.

- **Revolto:** Aquesta és una solució per edificis habitables de dimensions més petites. El que es vol aconseguir amb aquest tipus d'element és alleugerir la part del forjat i donar-li forma de "T" en aquest. Per donar forma de "T", s'utilitzen unes bigues armades per aguantar els revoltos. Després, es posa un

armament per reforçar el forjat i formigo insitu. El revoltó i les bigues tenen un funció temporal que es fer d'encofrat. Hi ha dos tipus de bigues:

– **Biguetes autoportants:**

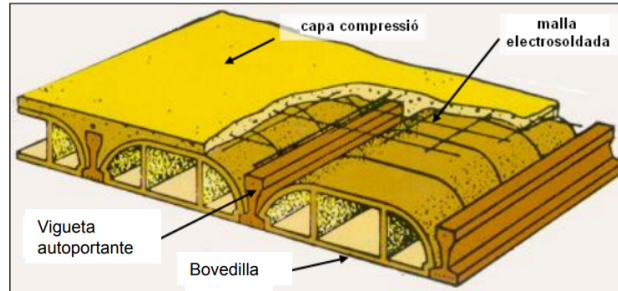


Figura 2.7: Bigueta autoportant

Gracies a aquesta prolongació anomenat cap de compressió, s'aconsegueix tenir una zona que aguanti el pes estructural, en altres paraules, s'aconsegueix una independència d'apuntaments. Amb aquest cap de compressió es pot facilitar el muntatge, per tant, abaratir els costos i disminuir el temps de muntatge.

L'apuntament consisteix en reforçar l'encofrat amb unes peces d'acer.



Figura 2.8: Exemple de apuntament

– **Biguetes seroresistent:**

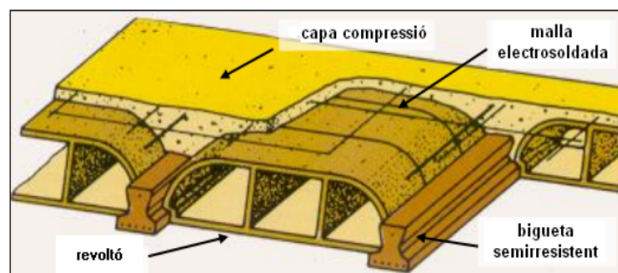


Figura 2.9: Bigueta semi-resistent

En aquest cas, las biguetes al no tenir una prolongació no aguanten be el pes provisional del formigo in situ, per tant necessita un apuntalament.

- Lloses

- Lloses massisses

- * Lloses massisses tradicionals

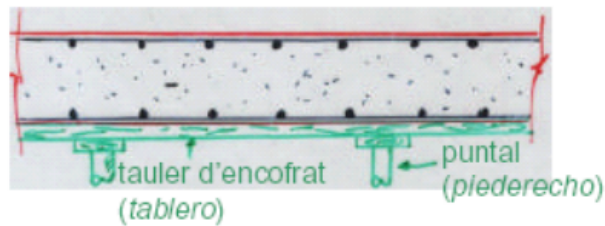


Figura 2.10: lloses massisses tradicionals

Com es pot veure en la figura 2.10 ens fa un petit esquema de la forma de "T" tan boscada en aquest element.

- * forjats prelloses armades

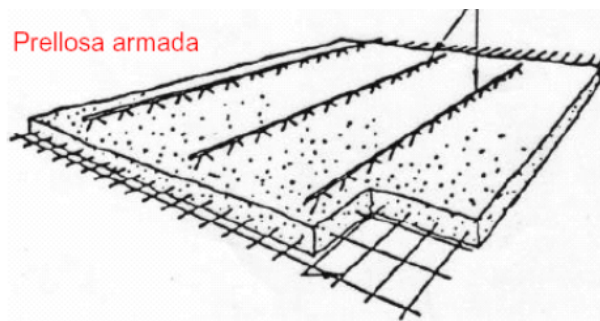


Figura 2.11: prelosa armada

En la figura 2.11, es pot observar com està feta aquests tipus de lloses. S'observa un armat unidireccional.

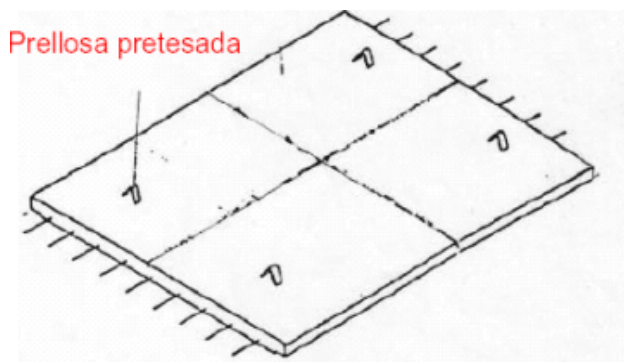


Figura 2.12: prelosa pretensada

En la figura 2.12, es pot observar com està feta aquests tipus de lloses. S'observa un armat pretensat unidireccional.

– Lloses mixtes

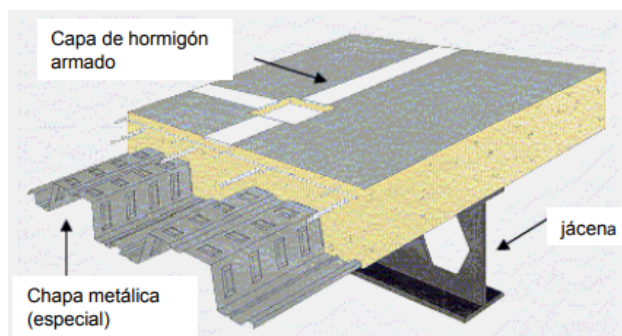


Figura 2.13: lloses mixtes esquema



Figura 2.14: lloses mixtes foto

Les lloses mixtes, la part ocupada d'aguantar la flexió, es la part feta d'algun metall. Això es pot contemplar en les figures 2.13 (dibuix esquemàtic) i en la figura 2.14 (foto). Aquesta part te dos funcions principals:

- * Actua com encoframent en la primera fase del formigó fresc
- * Quan el formigó està endurit, es la part que està sotmesa a tracció

Solucions per alleugerir els elements estructurals horitzontals bidireccionals (reticulars)

En aquest apartat es on parlarem del principal protagonista d'aquest treball, el Cassetó.

- **Definició:** Un cassetó es un terme arquitectònic que la seva principal funció es alleugerir un element estructural anomenat forjat. La seva forma es deu a que s'intenta obtenir en el forjat una forma en concret. Aquesta forma es treu de la idea dels revoltos, aconseguint formes de 'T' bidireccionals.

- **Tipologies:**

- **Cassetó Reutilitzable**

- * Derivats del petroli
 - Acrilonitril butadiè estirè(ABS)
 - Policlorur de vinil (PVC)
 - Polipropilè injectat
 - * ceràmics

- **Cassetó no Reutilitzable**

- * Derivats del petroli
 - Poliestirè expedit(EPS)
 - * ceràmics

2.2 Cànem



Figura 2.15: Bigueta semi resistant

2.2.1 Cànabis

El Cànem es el nom que provenen de les plantes del Cànabis, però per mala fortuna es coneix molt més per la flor, Marihuana. Aquesta flor, al estar polaritzada, s'acaba convertint en una cabdell que tenen efectes neuronals en els essers vius. En aquest treball, no ens interessa en cap moment el cabdell d'aquestes plant tan conegudes en el nostre planeta. Primer de tot, destacar que en moltes espècies hi ha subespècies, i en aquest cas comentarem les que s'han pogut trobar.

- **Cànabis Sativa**

Aquesta subespècie es pot trobar en zones més calides d'Àmerca, d'Europa i d'Àfrica. El se plantes que requereixen quantitats d'aigua abundants, es trobaran en cimes més tropicals. Majoritàriament el seu us es per la fabricació d'olis i fibres, menjar i altres aplicacions medicinals.



Sativa

Figura 2.16: Fulla sativa

- **Cànnabis Indica**

Ubicades en las zones càlides de Kush, de el Liban, de la India y d'Afganistan. Es tracta de una subespècie que te unes dimensions mes reduït amb unes fulles mes amples.



Indica

Figura 2.17: Fulla indica

- **Cànnabis Ruderalis**

Una planta que te baixes quantitats de THC i alt contingut de CBD en el seu organisme, en altres paraules, es la mes indicada per us medicinal. Es pot trobar en las parts mes càlides de Rússia, Sibèria i Kazakhstan.



Ruderalis

Figura 2.18: Fulla ruderalis

- **Cànnabis Afgana**

Aquest tipus es d'origen Afgà (Afganistan). La seves dimensions son petites però gaudeix d'unes fulles grans. El seu us principal es la producció elevada de la seva resina.



Figura 2.19: Fulla afgana

2.2.2 Historia del Cànnabis

El cànem es una planta que li havien trobat el seu us els nostres avantpassats. L'us principal d'aquesta planta era per conformar teixits per fer vestits, veles nevals, cordatges, papers,... En Espanya, el sud de la comunitat valenciana, al poble de Callosa de Segura ha estat un municipi que en el passat havia treballat amb el cànem, i tot hi haver substituït per materials derivats del petroli, aquest ofici del cànem s'ha mantingut en el poble juntament amb les tècniques d'aquest art.

A mesura que els derivats del petroli van anar agafant força dins el sector de la industria, aquesta matèria prima va queda en desús. Actualment el cànem s'utilitza per:

- Producció de llavors i olis
- Algunes aplicacions mediques i cosmètiques
- Producció de cel·lulosa per el sector del paper
- Producció de biocombustibles, biolastics i lubricants
- Fabricació de fibres tèxtils i cordes de resistència considerable i poc pes
- Fabricació de materials aïllants
- Producció legal del cabdell anomenat Marihuana

- Fabricació de blocs i panells de construcció
- Fabricació de Biomaterials de gran resistència per la construcció

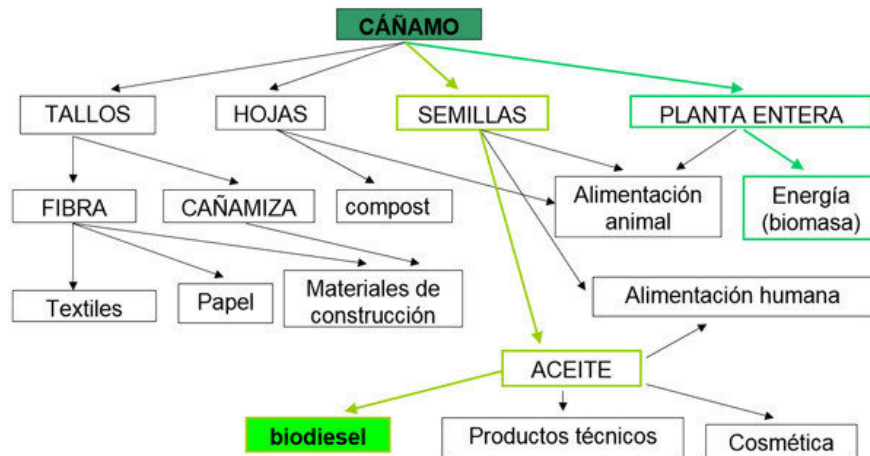


Figura 2.20: utilització del cànem

A continuació es tradueix la figura 2.20 amb algun comentari:

- **Tija** esta separat per dos parts:
 - *Fibra* es la part mes utilitzada en els sectors:
 - * Tèxtils
 - * Paper
 - * Materials de construcció
 - *Canyamissa* es la part mes utilitzada en el següent sector:
 - * Materials de construcció
- **Fulles** es la part de la planta que te un us mes agrícola:
 - *Compost*
 - *Alimentació animal*
- **Llavors** una part amb utilitats mes polivalents mostrades a continuació:
 - *Olis* tenen un poder calorífic significatiu, y bones propietats alimentícies com es pot veure a continuació:
 - * Biodièsel
 - * Productes Tècnics
 - * Alimentació humana
 - * Cosmètics

- *Alimentació humana* ja que les propietats es estan dins la llavor, es pot consumir en forma d'oli o solida,
- *Alimentació animal*. Com s'ha comentat amb anterioritat, te bones propietats i es comestible.
- **Planta** es bàsicament las parts que no tenen un us industrial o agrícola i per això es busca aplicacions mes senzilles:
 - *Alimentació animal*
 - *Energia (biomassa)*

2.2.3 Parts que componen el Cànnabis

El Cànnabis es una planta on s'han distingit diferents parts:

- **Cabdell**

La part del cabdell, coneguda a reu del mon per el nom de Marihuana, es la part de la planta que te propietats que alteren el nostre organisme amb una sensació de relaxació considerable. El seu us clandestí consisteix en triturar aquesta part de la planta, i posteriorment cremar-la i inhalar el seu fum.

- **Fulles**

Aquesta part de la planta es la que s'encarrega de fer la gran tasca que permet tenir vida al nostre planeta, la fotosíntesis. En aquesta superfície es on els rajos del sol incideixen i donen la energia per poder separar les molècules d'oxigen i les de carboni. El us mes comú es el consum en forma de infusions, ingerir la fulla crua o suc, i un us mes secundari, per fer sabons.

- **Tija**

Part estructural de la planta que uneix totes les altres. Ha de ser la zona on ha d'haveri mes propietats resistives de la planta. En el nostre treball s'utilitzara mes la subespècie masculina ja que la tija es un pel mes gran a las dimensions de la tija de l'altre genera.



Figura 2.21: Tija

- *Capa externa*

Aquesta part de la tija es un ters d'aquesta i es una zona fibrada com es pot contemplar clarament a la figura 2.21.

– *Nucli*

Els altres dos tersos de la tija estan formats per una part llenyosa, de la qual s'obté el residu que volem revaloritzar, on també es pot veure a la figura 2.21

- **Llavor**

Es la única part de la planta que pot sobreviure sense necessitat d'estar amb aquesta. L'ús més comú que se li pot donar a la llavor es com a pinso per animals.

2.2.4 Composició del cànem

El tetrahidrocannabinol, o com més es coneix socialment per els seu acrònim el THC. Aquest es el component tan desitjat per els consumidors que incineren el seu cabdell triturat per inhalar els seus gasos. Aquest vapors contenen aquesta substància que té efectes neurològics psicoactius. També es poden trobar substàncies menys psicoactives com el CBD, acrònim del Cannabidiol, o el CBN, que es el acrònim del Cannabinol.

- **THC(Tetrahidrocannabinol)**

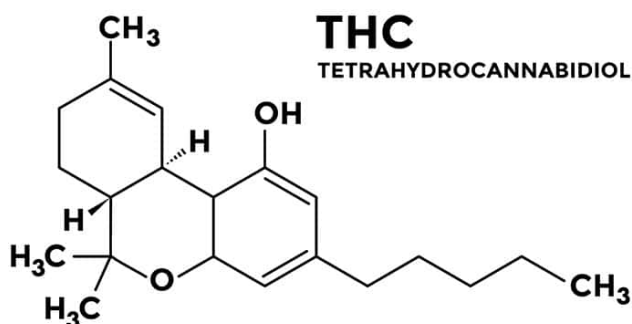


Figura 2.22: THC(Tetrahidrocannabinol)

El Tetrahidrocannabinol, altament dit THC, es el principal component psicoactiu del Cànnabis. La primera vegada que van poder obtenir en estat pur va ser el 1964 gràcies a Habib Edery, Yechiel Gaoni y Raphael Mechoulam, en Rehovot Israel. A temperatures baixes aquesta es en forma de cristall, però al escalfar aquesta substància, adquireix un tacte més viscos.

- **CBD(Cannabidiol)**

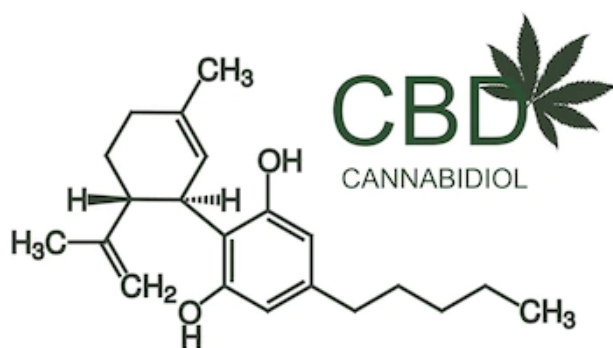
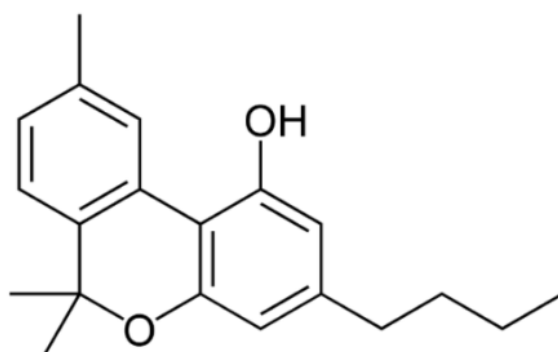


Figura 2.23: CBD(Cannabidiol)

El CBD o també conegut com Cannabidiol, es un dels principis actius de la planta del Cànnabis, al igual que el THC, però per el contrari d'aquest, l'us que se li atribueix es un us terapèutic. Els efectes que te el CBD no son psicoactius per això es un bon candidat per l'us terapèutic.

- **CBN(Cannabinol)**



CBN (Cannabinol)

Figura 2.24: CBN(Cannabinol)

Es un psicotròpic que es troba en la planta del Cànnabis, per ser mes concrets, a les subespècies sativa indica i afgana.

2.3 Canemuixa

En la secció on es parla de la planta del Cànnem, en la figura 2.21, es parla sobre la tija i les seves parts. S'ha esmentat que un percentatge (un terç) d'aquesta part s'utilitza per en el sector tèxtil, per ser una zona fibrada. L'altre part de la tija es pot contemplar amb força detall que es una zona força llenyosa, per tan,

amb poques utilitats tèxtils. Com totes les plantes, la canemuixa conte cel·lulosa, que s'utilitza molt en el sector de la papereria.

2.3.1 Aplicacions

- **Indústria Paperera**

La canemuixa es un residu d'una planta, per tant conte cel·lulas material imprescindible per poder produir paper.

- **Sector Agrari**

Aquest residu de la planta del cànem te un al contingut d'olis vegetals i de proteïna, per tant, una de les seves aplicacions es en el sector alimentari d'animals. També te una capacitat d'absorció considerable que es revaloritza en les granges per mantenir una millor higiene dels animals.

- **Sector de la construcció**

L'ús de la canemuixa en aquest sector es parcial, ja que es fa un material compost juntament amb el Concret. Al ajuntar aquests materials, s'aconsegueix un subproducte amb densitats baixes molt interessants per alleugerir elements dels edificis. També te una segona propietat d'interès, ja que al tenir un aspecte rugós es dedueix que hi ha força aire dins seu, per tant, s'arriba a la conclusió de que ter una capacitat aïllant bona. Aquest material rep el no de Hempcrete.

- **Indústria del plàstic**

Es poden fabricar plàstics compromesos amb el mediambient, ja que son plàstics d'origen orgànic, per tant, biodegradable. Aquests materials es troben en el sector d'automoció i del esport.

Capítol 3

Metodologia

3.1 Procediment Experimental

3.1.1 Breu explicació del procediment experimental

3.1.2 Equip utilitzat



Figura 3.1: Maquina uniaxial de 100 kN



Figura 3.2: Serra elèctrica



Figura 3.3: Maquina uniaxial 10kN



Figura 3.4: Forn assecat

Taula 3.1: descripció-foto-nombre

nom	descripció	fotografia
Màquina de tracció i compressió uniaxial – Model MTS Exceed E45.105	Màquina de dos columnes per a realitzar assaigs amb una capacitat de força màxima de 100kN.	figura 3.1
Serra elèctrica de cinta	Màquina amb una serra automàtica i circular que s'ha utilitzat per a tallar fustes i provetes drant l'assaig.	figura 3.2
Bomba de buit	Equipament que ens permet filtrar na mescla per extreure el material líquid introduint-lo en un embut Buchner.	figura 3.15
Màquina de tracció i compressió uniaxial	Maquina amb dues columnes que ens permet realitzar assaigs de tracció i compressió, amb una capacitat de força màxima de 10kN.	figura 3.3
Agitador magnètic Agimatic-N amb calefactor	Equip que ens permet dissoldre i agitar un fluid, sense necessitat de parar de moure la mescla.	figura 3.17
Forn d'assecat	Equipament que permet assecat mostres amb unes temperatures fins a 200°C.	figura 3.4

3.1.3 Materials utilitzat

Taula 3.2: material lab

Material del Laboratori	descripcio
Vas de precipitats	Recipient inert de vidre o plastic que utilitzat per preparar o escalfar (nomes vidre) mostres.
Vareta de vidre	objecte massis de vidre i forma cilindrica que la seva funció principal es remenar dissolucions.
Peu de rei	Instrument graduat en milimetres que s'utilitza per mesurar.

Motlles Metal·lics



Figura 3.5: Motlles

Els motlles Metal·lics, van se demanats per la UPC (universitat Politècnica de Catalunya) de Terrassa expressament per realitzar aquest treball d'investigació. Es van demanar dos tipus de motlles per cada tipus d'assaig.

- Motlle Metal·lic gran



Figura 3.6: motlle gran

Les dimensions de les provetes que s'obtenen d'aquest motlle son de $200 \times 50 \times 10 (mm^3)$. Aquestes provetes son destinades a assajar-les a flexió.

- **Motlle Metal·lic petit**



Figura 3.7: motlle petit

Per altre banda, tenim aquest motlle que ens fabrica provetes de $50 \times 50 \times 10 (mm^3)$ per poder fer de forme posterior assajos de tracció.

A causa de les dimensions dels motlles, ens vam sentir obligats a fer una producció de dos provetes per

emmotllament. Això es degut a que al emmotllar la mescla de la canemuixa i l'algoberant el seu volum era mes gran al esperat, repercutint a l'hora d'intentar ajunta el mascle amb la femella. Quan es van fer els primers assajos a flexió, al veure les provetes trencades, ens vam donar compte de que es podien reutilitzar per tenir dos peces de $50 \times 50 \times 10 (mm^3)$ per poder fer els assajos de tracció.



Figura 3.8: provetes motlle de fusta

A la figura 3.8, es pot veure un motlle de fusta creat únicament per mantenir la forma de les provetes metres estaven en la etapa de curat. Era necessari la creació d'aquest motlle, ja que en algunes provetes, degut al excés d'aigua, es deformaven de forme exagerada i no servien per fer els assajos. La seva utilització era rudimentària, però eficaç:

- Primer de tot es posaven les mostres en els uroficis amb les dimensions requerides i estandarditzades.
- posteriorment es posava la taba que impedia una deformació en l'eix vertical.
- Al estar limitats a dos provetes per emmotllament, amb ajuda dels serjant, aconseguint mantenir el volum de les provetes ja fetes.
- Per últim es posava una estructura amb biguetes metàl·liques, cargols, arandeles i femelles.

3.1.4 Matèries bàsiques

Canemuixa

La totalitat de les provetes ha estat produïda amb aquesta matèria prima.



Figura 3.9: Sac de canemuxa universitat (material)



Figura 3.10: Canemuxa

Aglomerants o resines

- **Resines naturals**
 - **Colofònia**



Figura 3.11: colofonia

Resina de color ambre i groc pàl·lit amb un aspecte cristal·lí, que s'obté de troncs de pins i coníferes (tenen forme de Avets). Per la seva manipulació, primer s'ha reduït la seva mida de gra i s'ha dissolt amb acetona.

– **Goma Aràbiga**



Figura 3.12: goma arabiga

Te una tonalitat de color similar a la colofònia, però i domina mes el ambre. Sobte de les acàcies i es recull a ma un cop s'ha assecat. Per la seva manipulació, s'ha fet el mateix que la colofonia, amb la diferència que la seva dissolució es amb aigua.

• **derivades del petroli**

– **Epoxy:**

Aquest aglomerant es tracte d'un polímer orgànic termoestable, en altres paraules, davant la calor, es degrada. Per accelerar el seu enduriment, s'utili un catalitzador.



Figura 3.13: resina epoxi

– **Cola blanca**

La cola Blanca es una substància no orgànica que està composta per acetat de polivinil. Es una de les matrius mes utilitzades per enganxar fusta o cartró.

3.2 Procés de fabricació

En aquesta part de l'estudi experimental s'han fabricat diverses provetes, cadascuna amb resines i concentracions diferents . Per a la fabricació d'aquestes mostres s'han tingut en compte un seguit de normatives que ens permeten realitzar els assajos posteriors de forma correcta i adequada.

3.2.1 Passos de la fabricació de les Provetes

Per a poder fabricar cadascuna de les provetes, sense tenir en compte la mida, la concentració o el tipus de resina, es segueixen els següents passos:

- **Preparat de la Canemuixa**

Per a la majoria de les provetes es va utilitzar la canemuixa seca, tal cual venia en els paquets que ens van facilitar, per també es van fabricar algunes provetes amb canemuixa humida. Per tenir aquesta canemuixa, es va deixar en aigua un temps i seguidament es va posar en una bomba de buit per tal de treure l'excés d'aigua.



Figura 3.14: colocacio canemuixa bomba de buit



Figura 3.15: extraccio aigua de la canemuixa

També es van fabricar un parell de provetes amb una canemuixa més fina que es va filtrar amb un colador, de forma manual. Volíem comprovar si amb aquesta canemuixa milloraven les propietats de les provetes fabricades.



Figura 3.16: filtració canemuixa

- **Preparat de la Resina**

És molt important el preparat de la resina que s'utilitza posteriorment per a la fabricació de les provetes. Aquesta part del procés és bastant lenta segons la resina que vulguem utilitzar. El primer es col·locar un vas de precipitats en la balança i tarar-la per que es posi a zero. A continuació es van afegint petites pedretes de resina fins a obtenir els grams necessaris en cada cas. El que es fa a continuació, és anar afegint el dissolvent correcte segons el tipus de resina que estiguem preparant. Si es tracta de Goma Aràbiga s'utilitza aigua en proporció 1-2, i si estem fent Colofonia s'utilitza acetona en proporció 2-1. L'últim pas es col·locar el vas de precipitats en l'agitador/escalfador i anar dissolvent la resina poc a poc, remonent amb la varilla de vidre per evitar que s'enganxi.



Figura 3.17: dissolució de resina 1



Figura 3.18: dissolució de resina 2

- **Mesures**

- **Canemuixa**

Quan la resina s'ha dissolt, mesurem la quantitat de canemuixa que es necessitarà per a fabricar les provetes. Les provetes petites porten 10 grams de canemuixa, i les grans en porten 50. Per una fàcil manipulació posterior, la canemuixa de les mostres grans s'ha distribuït en diversos gots.



Figura 3.19: canemuixa separada

– **Resina**

A continuació anem afegint a cadascun dels gots la quantitat exacte de resina que es necessitarà segons la proveta que estem fabricant.

• **Barreja dels Element**

Quan ja tenim els gots preparats, mesclm manualment cadascun dels gots intentant que quedi tot perfectament barrejat.

• **col·locació de la barreja en els motlles**

El següent que s'ha de fer es col·locar la barreja en els motlles, intentant compactar una mica amb les mans.



Figura 3.20: compressió manual en el motlle gran



Figura 3.21: compressió manual en el motlle petit

- **Premsat**

Seguidament tanquem els motlles amb la tapa i els col·loquem dintre de la maquina que utilitzarem per premsar les provetes. Aquesta aplica una força uniaxial (vertical) i els motlles la transmeten de forma uniforme.

- **Assecat i extracció de les provetes**

L'últim pas es deixar assecar les provetes i treure-les dels motlles. S'han utilitzat diferents mètodes:

- Assecat a l'aire: és el mètode més senzill. Un cop s'han premsat les provetes, s'extreuen dels motlles i es deixen assecar a l'aire lliure, col·locades sobre paper antiadherent. Es poden posar a

sobre uns pesos per intentar mantenir una mica la forma i que la deformació sigui petita.

- Assecat en motlles metàl·lics: Un cop es premsava, es deixaven les provetes dins els propis motlles. Es van escollir dos temps de secat diferents, un dia o una setmana, per poder veure si el temps d'assecat feia una gran diferència en les provetes. Per poder mantenir la forma i evitar la deformació, es van subjectar els motlles aplicant una forma que ho impedia.
- Assecat en motlles de fusta: l'utilització d'aquests tipus de motlles és una solució per poder deixar les provetes durant llargs temps d'assecat, però sense tenir que utilitzar els nostres motlles metàl·lics. El temps d'assecat en aquests motlles va ser d'una setmana en tots els casos.
- Assecat en un forn: Es va utilitzar aquest mètode d'assecat, degut que unes provetes van quedar humides després d'una setmana de pluges i molta humitat, i per tant no es podien assajar. Es van deixar una hora en el forn a 200°C de temperatura.

3.2.2 Provetes Prefabricades

Epoxi

Taula 3.3: Epoxi

Epoxi (tot en grams (g))					
210					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	2	10	4	8	40
Grans	10	50	4	40	200
Total				48	240
410					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	4	10	3	12	30
Grans	20	50	3	60	150
Total				72	180
610					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	6	10	6	36	60
Grans	30	50	4	120	200
Total				156	260
Total de totes les provetes				276	680

En total s'han fabricat 24 provetes amb aquesta resina:

- 8 provetes amb concentració 210
- 6 provetes amb concentració 410
- 10 provetes amb concentració 610

Colofonia

Taula 3.4: Colofonia

Colofonia (tot en grams (g))					
210					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	2	10	6	12	60
Grans	10	50	6	60	300
Total				72	360
410					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	4	10	5	20	50
Grans	20	50	5	100	250
Total				120	300
610					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	6	10	8	48	80
Grans	30	50	8	240	400
Total				288	480
Total de totes les provetes				480	1140

En total s'han fabricat 38 provetes amb aquesta resina:

- 12 provetes amb concentració 210
- 10 provetes amb concentració 410
- 16 provetes amb concentració 610

Formaldehid

Taula 3.5: Formaldehid

formaldehid (tot en grams (g))					
210					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	2	10	4	8	40
Grans	10	50	4	40	200
Total				48	240
410					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	4	10	6	24	60
Grans	20	50	4	8	200
Total				104	260
610					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	6	10	4	24	40
Grans	30	50	4	120	200
Total				144	240
Total de totes les provetes				296	740

En total s'han fabricat 26 provetes amb aquesta resina:

- 8 provetes amb concentració 210
- 10 provetes amb concentració 410
- 8 provetes amb concentració 610

Cola blanca

Taula 3.6: Cola blanca

Cola blanca (tot en grams (g))					
210					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	2	10	4	8	40
Grans	10	50	4	40	200
Total				48	240
410					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	4	10	4	16	40
Grans	20	50	4	80	200
Total				96	240
610					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	6	10	4	24	40
Grans	30	50	40	120	200
Total				144	240
Total de totes les provetes				288	720

En total s'han fabricat 24 provetes amb aquesta resina:

- 8 provetes amb concentració 210
- 8 provetes amb concentració 410
- 8 provetes amb concentració 610

Goma aràbiga

Taula 3.7: Goma aràbiga

Goma arabiga (tot en grams (g))					
210					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	2	10	20	40	200
Grans	10	50	10	100	500
Total				140	700
410					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	4	10	4	16	40
Grans	20	50	4	80	200
Total				96	240
610					
	Resines	Canemuixa	Quantitat	Total Resina	Canemuixa total
Petites	6	10	46	276	460
Grans	30	50	23	690	1150
Total				966	1610
Total de totes les provetes				966	2550

En total s'han fabricat 107 provetes amb aquesta resina:

- 30 provetes amb concentració 210
- 80 provetes amb concentració 410
- 69 provetes amb concentració 610

3.3 Assajos

Un cop ja s'han fabricat les provetes, el que segueix es fer els assaigs corresponents de flexió i de tracció. El primer que farem és prendre totes les mesures per tal de poder catalogar les diverses provetes:

- Pes
- Gruix (tres mesures en el cas de les provetes grans)

- Amplada

un cop es tenen mesures guardades, es poden començar els assajos.

3.3.1 Assaig de Flexió

Per realitzar l'assaig de flexió, el primer que s'ha de fer es preparar la maquinària necessària. Es col·loquen les dues bases de recolzament a una distància de 20 centímetres entre elles, fent que el punt d'aplicació de la força quedi just al centre.



Figura 3.22: assaig de flexio

Seguidament es col·loca la primera proveta en el seu lloc i es prepara una precàrrega abans de començar l'assaig. La precàrrega és molt important, donat que si no es posa correctament l'ordinador para el procediment i s'ha de tornar a començar. A continuació, posem a zero el valor de la distància i comencem l'assaig.



Figura 3.23: assaig de flexio fet

Hi ha dues possibilitats per donar per finalitzat un assaig de flexió:

- Trencament parcial o total de la proveta
- Quan la proveta es troba tan flexionada que no te més espai.

Resultats mes significatius

A continuació es posaran els resultats mes significatius, a flexió, de cada resina.

Taula 3.8: cargas-maximas-Flexio-max

ruta	carga-maxima(N)	desplacamiento(carga-maxima)(mm)
Flexion Folmaldeido 210 4	0.719064375934144	4.80350000000006
Flexion Goma arabi-ga(concentrada) (1d) 610 3	148.535380935948	5.53620000000005
Flexion Epoxy 610 1	21.5530843821132	4.43710000000005
Flexion Cola blanca 610 4	39.6764845499832	3.8371
Flexion Colofonia (1s) 610 1	69.6987574424668	3.00350000000002
Flexion Goma arabiga mas colofonia 610	23.747749732257	2.03690000000001

A las gràfiques que segueixen després d'aquest petit redactat, es posaran de forma consecutiva respecte els noms de les taules.

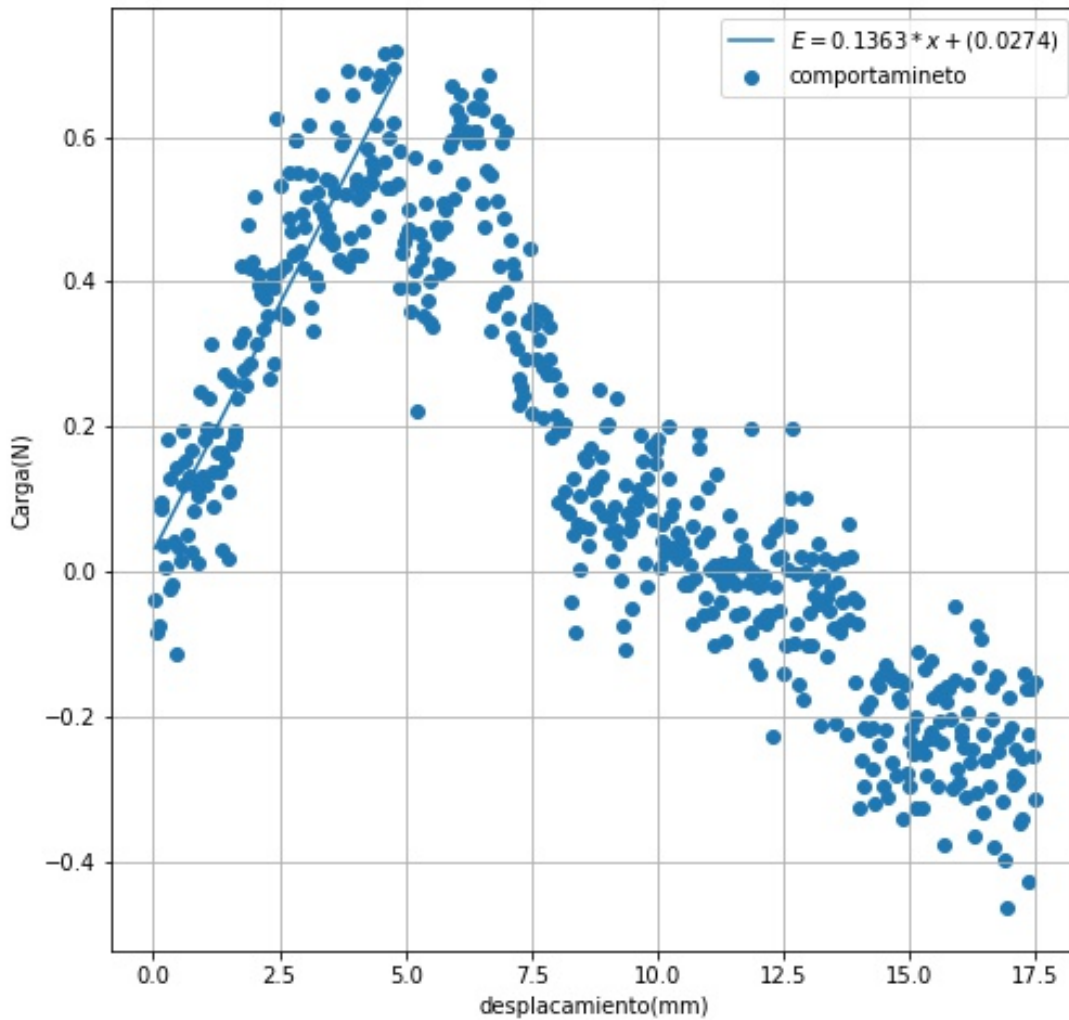


Figura 3.24: Grafica de Flexion Folmaldeido 210 4

respecte aquest gràfic de la figura 3.24, comentar que els seus valors son poc precisos degut a que la carrega màxima aplicada, es massa petita com per tenir-la en compte. En altres paraules, si el millor assaig ha anat d'aquesta manera d'aquest tipus de resina, les altres provetes han anat pitjor.

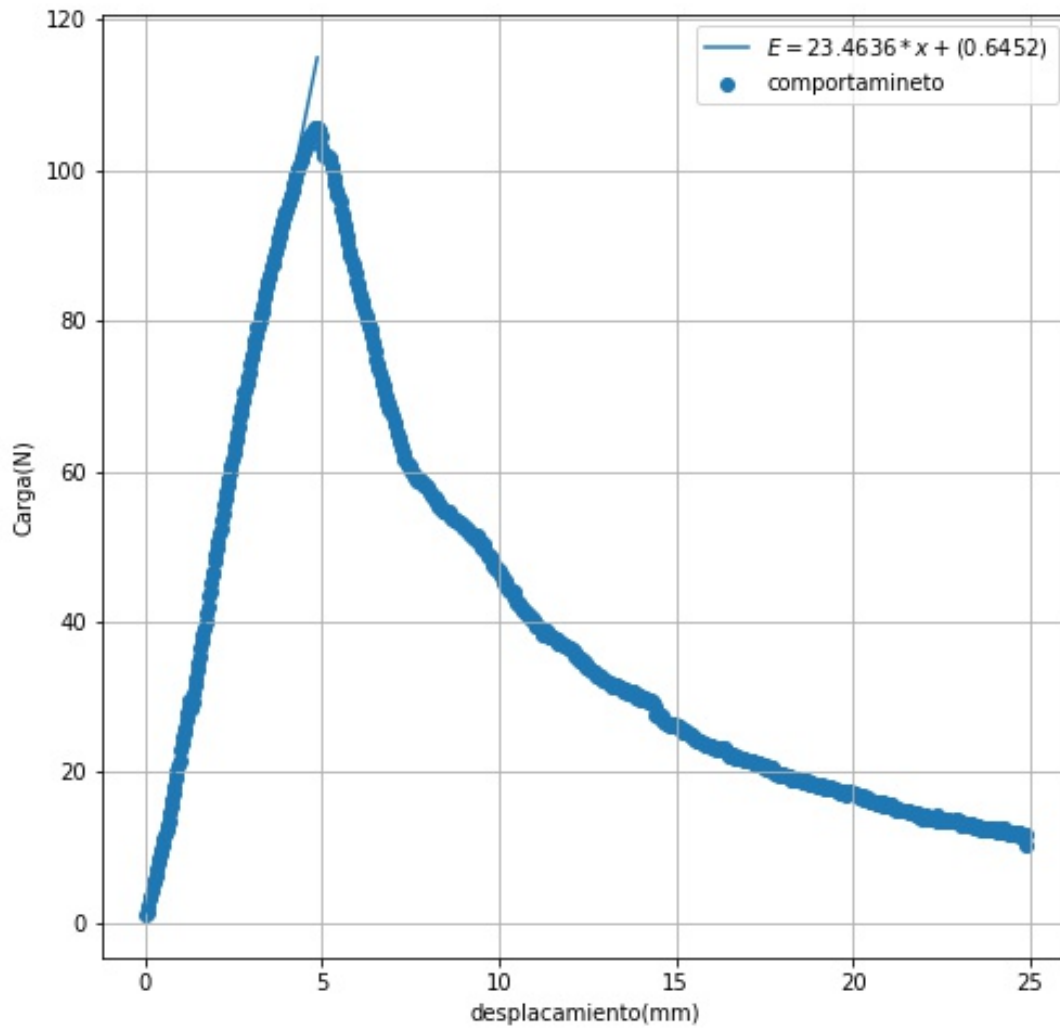


Figura 3.25: Grafica de Flexion Goma arabiga(concentrada) (1d) 610 1

En la figura 3.25 es pot contemplar una pendent molt recte i de valor significatiu.

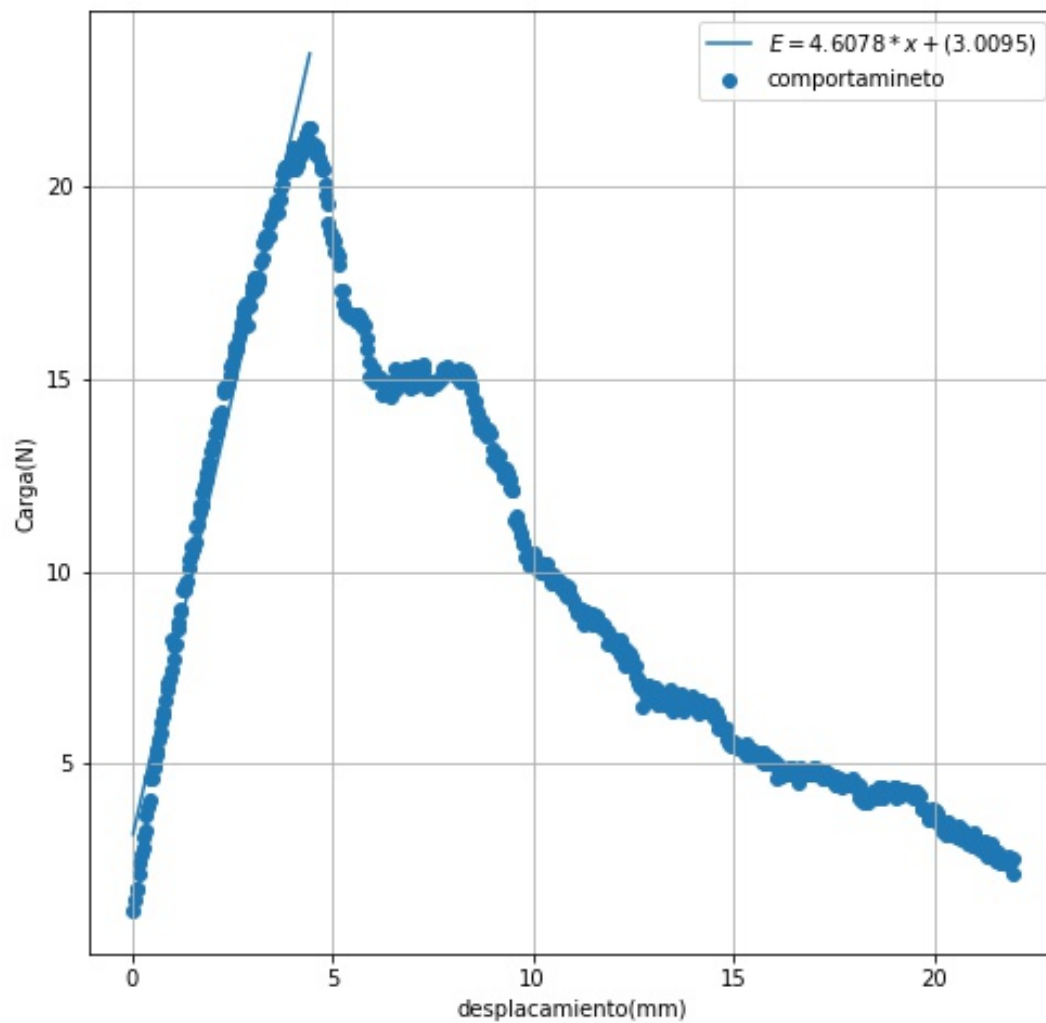


Figura 3.26: Grafica de Flexion Epoxy 610 1

En la anterior figura, la numero 3.26, es pot contemplar una pendent no tant pronunciada, però una linealitat força bona.

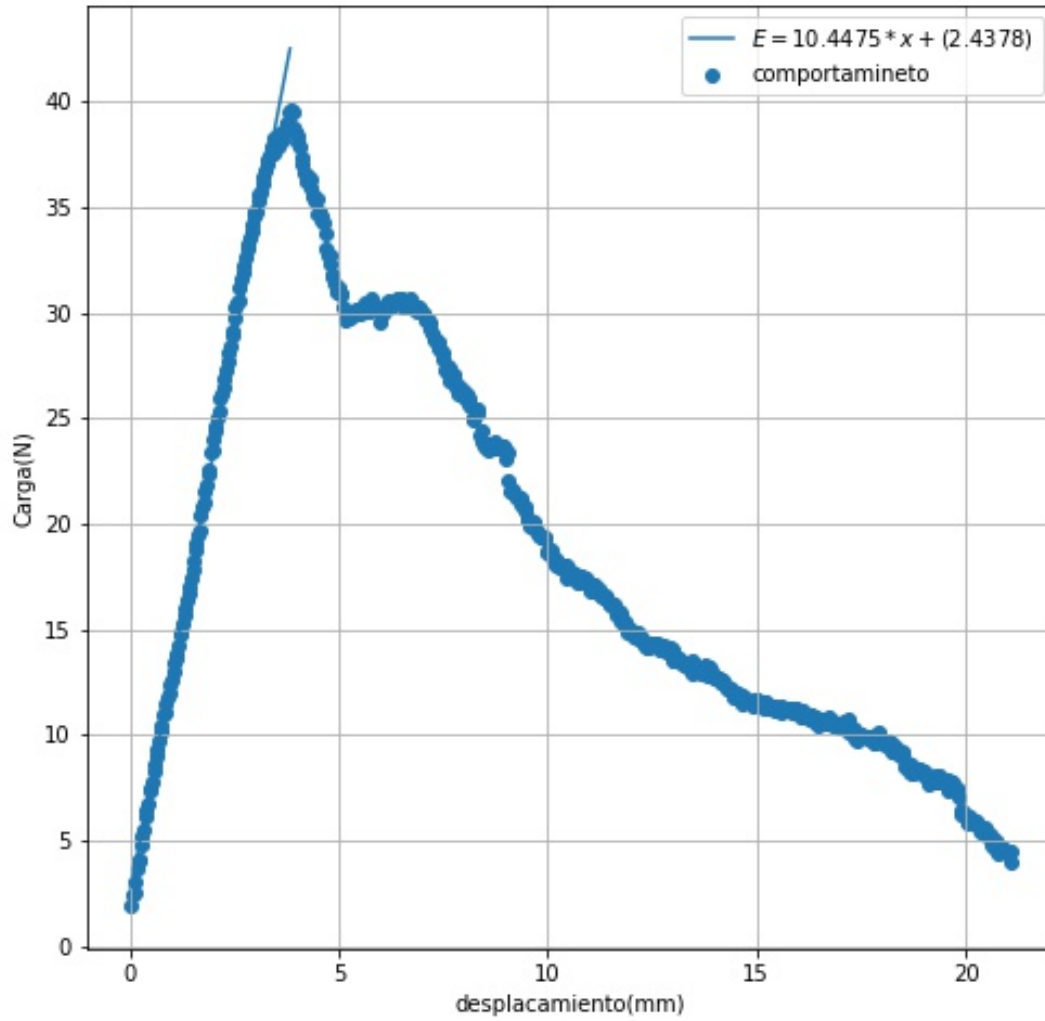


Figura 3.27: Grafica de Flexion Cola blanca 610 4

Com es pot veure en la figura 3.27 te una bona recte amb un bon pendent.

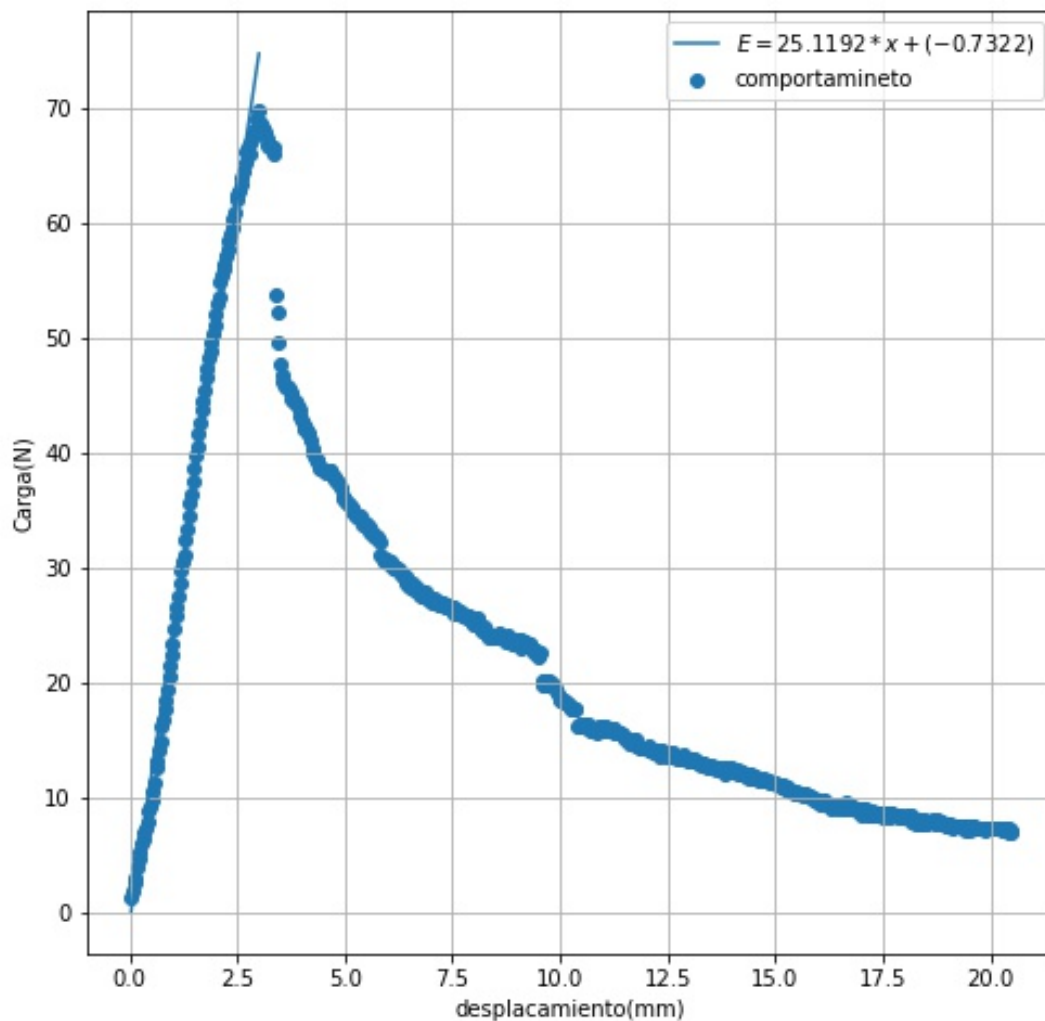


Figura 3.28: Grafica de Flexion Colofonia (1s) 610 1

Els millors resultats els contere el gràfic que es troba a sobre, la grafica que contere la figura 3.28. Te el millor pendent de tots, i el punt màxim mes significatiu.

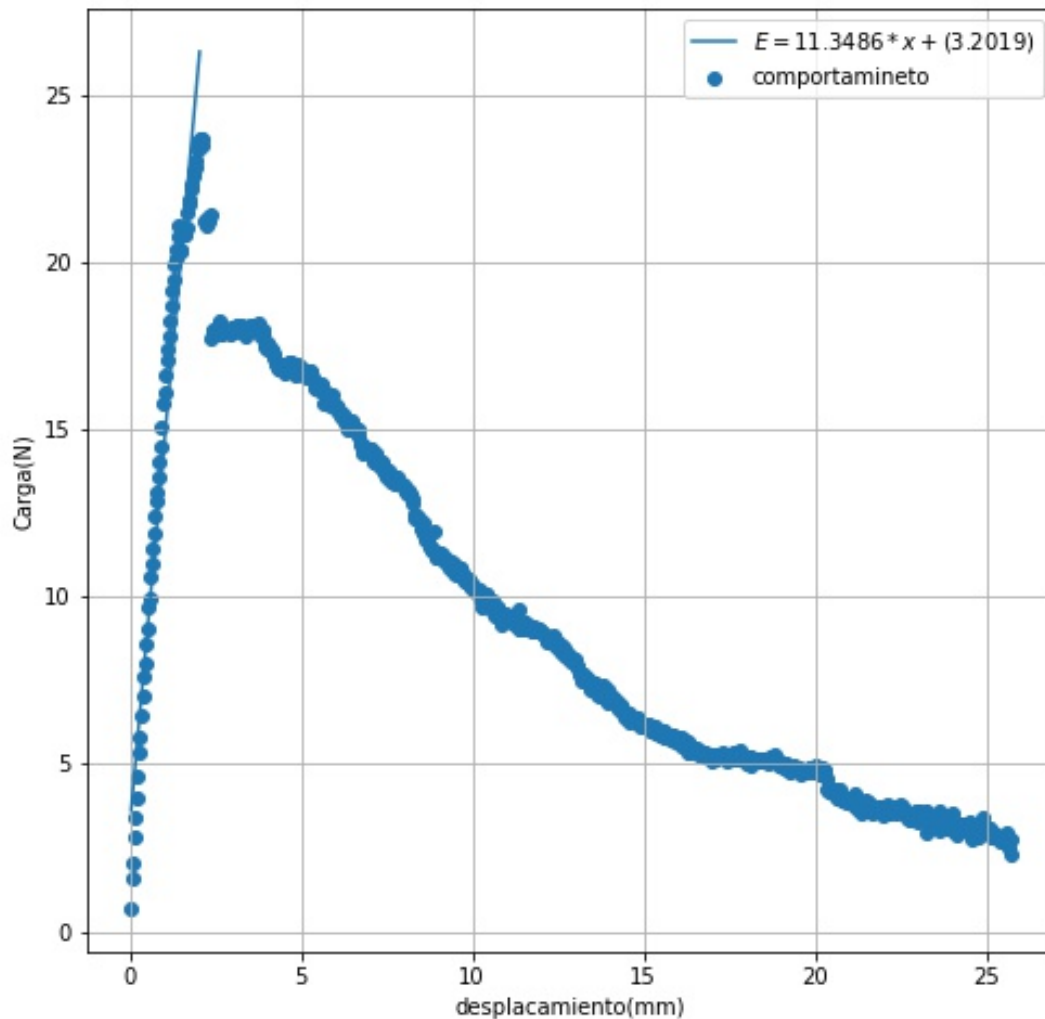


Figura 3.29: Gràfica de Flexion Goma arabiga mas colofonia 610

Aquesta gràfica de la figura 3.29 es el segon millor candidat, ja que té una bona resistència a flexió.

3.3.2 Assaig de Tracció

Per poder començar un assaig de tracció, el primer que s'ha de fer es preparar la maquinària i les provetes.

La preparació de la maquinària es senzilla, únicament s'han de col·locar les argolles a cada extrem on anirà penjada la nostra proveta.

La preparació de les provetes és una mica més lenta. El primer pas és retallar dues fustes quadrades amb dos forats cadascuna. El següent pas és encolar, amb una cola instantània molt forta, les fustes i enganxar-les a cada extrem de la nostra proveta. És molt important aquest pas, per evitar que la nostra proveta trenqui per

aquest punt o es desenganxi en meitat del nostre assaig (s'hauria de considerar com a no vàlid).

Un cop està preparada la màquina i la proveta, es col·loca tot i es posa una precàrrega igual que a l'assaig anterior.



Figura 3.30: Assaig de tracció

A continuació es taria la posició per deixar-la a zero inicialment i ja es pot començar l'assaig. Es podrà donar per finalitzat quan la proveta trenqui de forma total o parcial.



Figura 3.31: Assaig de tracció fet

Resultats mes significatius

A continuació es posaran els resultats mes significatius, a tracció, de cada resina.

Taula 3.9: cargas-maximas-Traccio-max

ruta	carga-maxima(N)	desplacamiento(carga-maxima)(mm)
Traccion Folmaldeido 410 1	3.40541512682404	0.2946
Traccion Goma arabiga concentrada recorte flexion 610	60.4274063531775	2.2532
Traccion Epoxy 610 1	195.364233592592	2.236
Traccion Cola blanca 610 4	172.273714927001	2.036
Traccion Colofonia (1d) 610 2	1019.74384633857	3.95190000000004

A las gràfiques que segueixen després d'aquest petit redactat, es posaran de forma consecutiva respecte els noms de les taules.

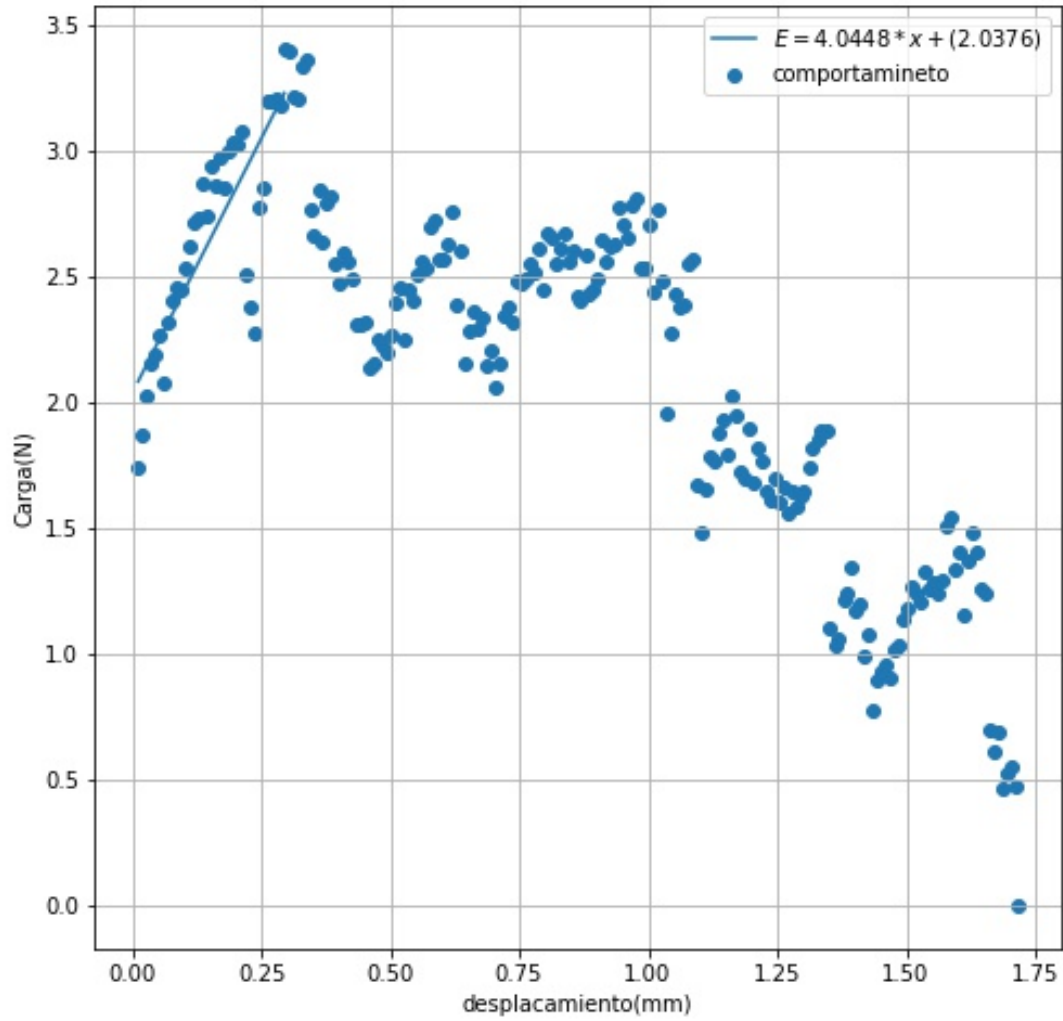


Figura 3.32: Grafica de Traccion Folmaldeido 410 1

Com en els assajos de flexió, en aquesta gràfica (figura 3.32) es pot contemplar una mostra no gaire bona degut a que la màquina té un marge de toleràncies que si és significatiu.

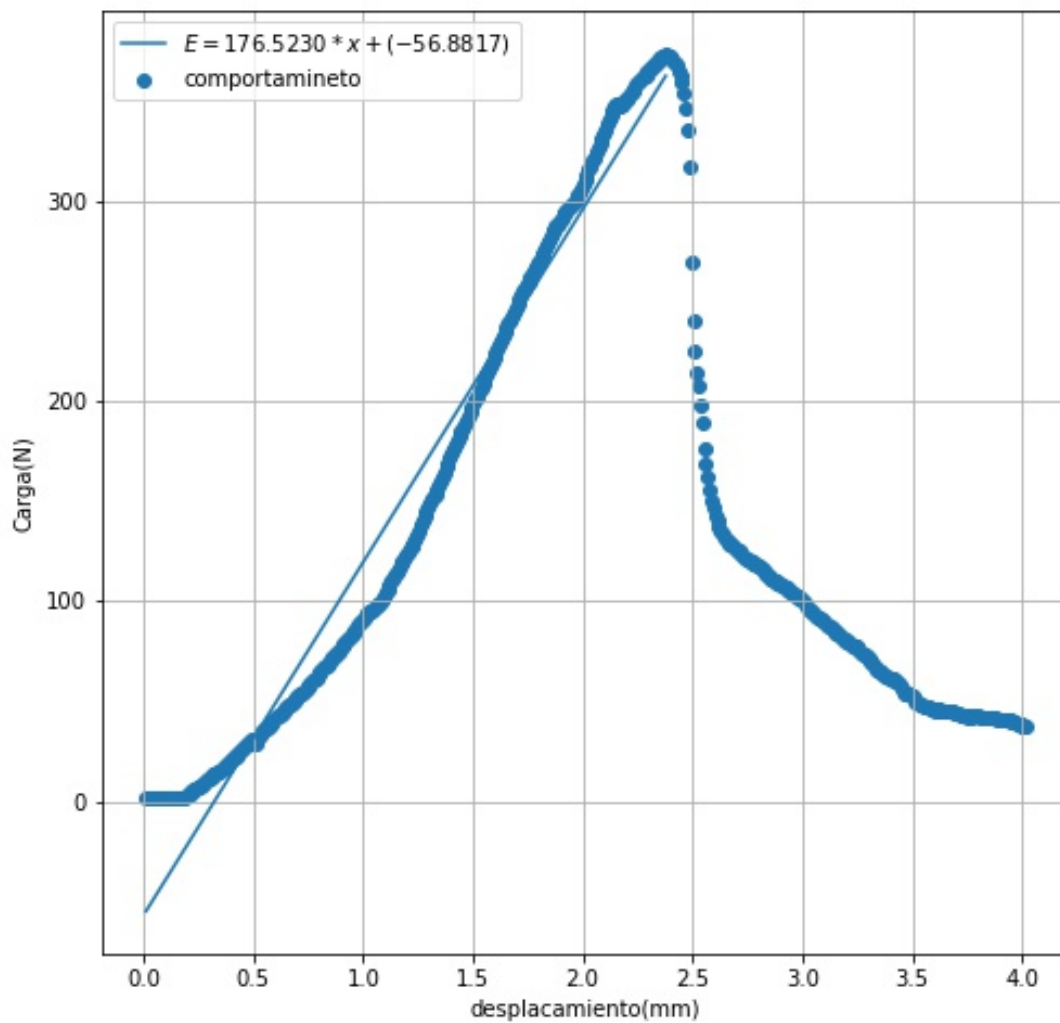


Figura 3.33: Grafica de Traction Goma arabiga concentrada recorte flexion 610 2

En la figura 3.33 es pot contemplar una pendent molt recte i de valor significatiu.

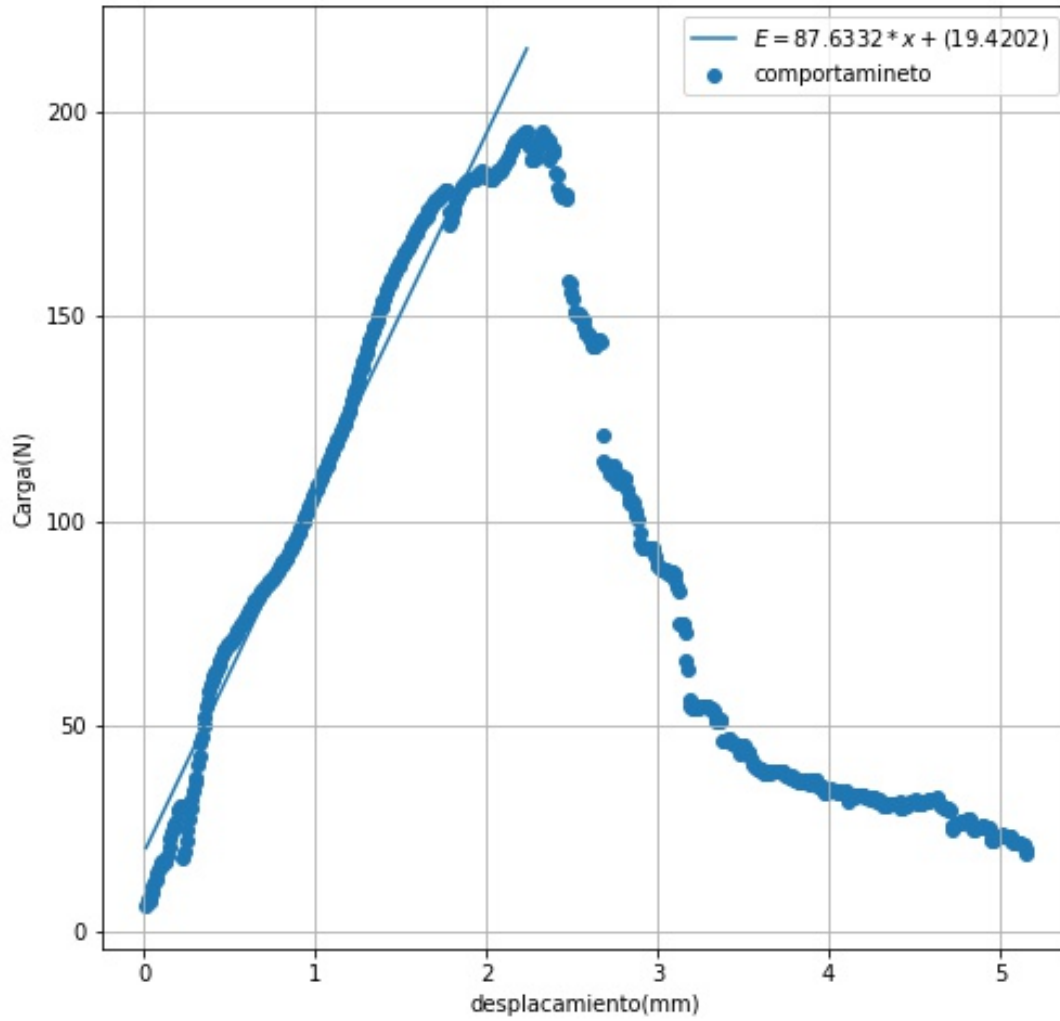


Figura 3.34: Grafica de Traccion Epoxy 610 1

Com es pot contemplar en la següent grafica, la de la figura 3.34, la seva linealitat no es tan bona com alguna comentada en anterioritat, però tot hi així, es significativa.

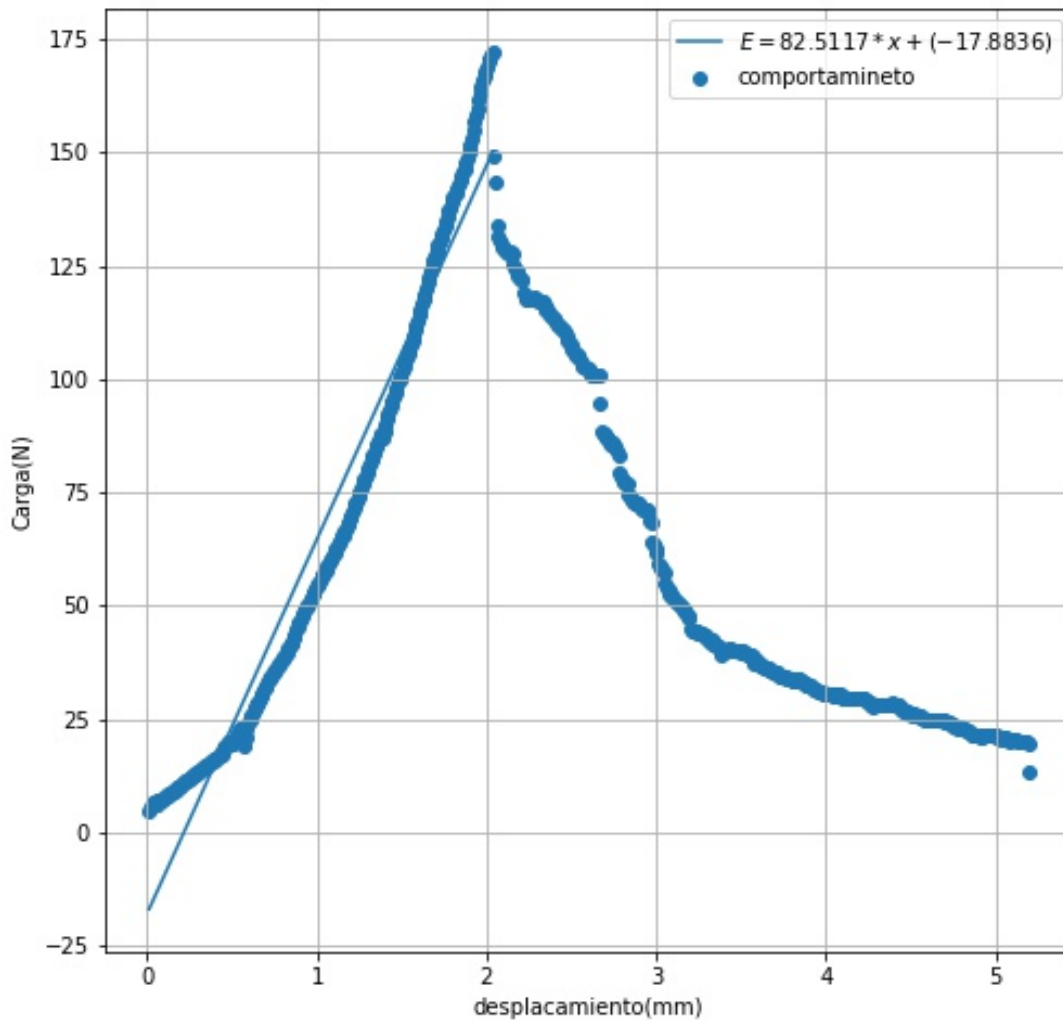


Figura 3.35: Gràfica de Tracció Cola blanca 610 4

En aquesta figura, la número 3.35, es comença a notar un comportament no lineal, però no es significatiu per negar aquesta linealitat.

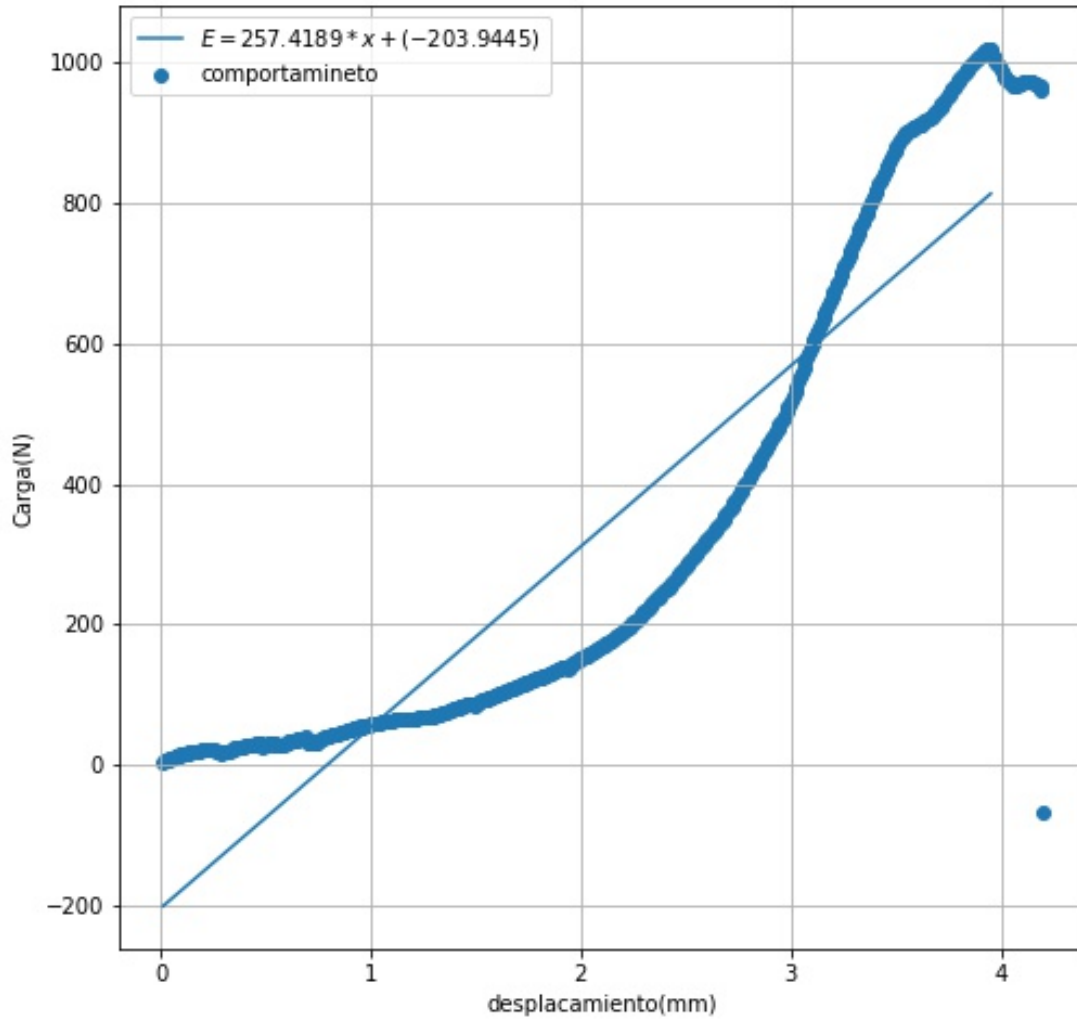


Figura 3.36: Gràfica de Tracció Colofonia (1d) 610 2

En la figura 3.36 el comportament tendeix a una exponencial, per tant la recta de regressió no es precisa, però per els valors que es veuen en als valors més elevats, son molt bons.

Capítol 4

Selecció del material definitiu

En aquest estudi que s'ha realitzat, buscàvem reutilitzar la canemuixa per a fabricar cassetons, unes peces col·locades a l'exterior per a la construcció.

Un cop s'han realitzat els diferents assajos i s'han obtingut les gràfiques i les dades de cadascun, podem veure que tot i que la Goma Aràbiga amb concentració 610 és la combinació que dóna millor resultat, per a nosaltres la solució adequada és utilitzar Colofonia.

Aquesta decisió és perquè com la Goma Aràbiga es una resina que es dissol en aigua, la humitat i les pluges de l'exterior podrien malmetre els cassetons i enrederir o ensorrar l'obra que s'està construint. En canvi, com la Colofonia es una resina que es dissol amb acetona, no es tindria aquest problema.

Capítol 5

Disseny i comparació d'un cassetó

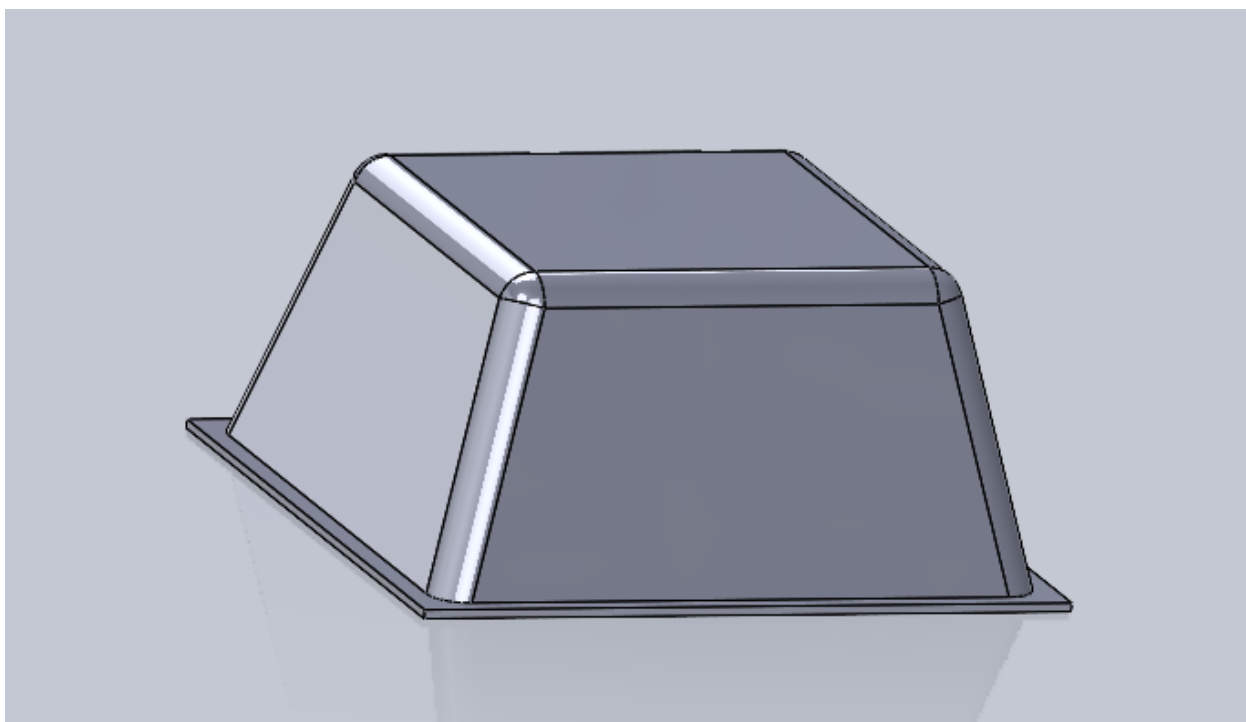


Figura 5.1: casseto 3d

Taula 5.1: flexion-ensayos-flexion-Colofonia

tipo	p(g)	esp1	esp2	esp3(mm)	ensayo	obser
Flexion-Colofonia-210-1	51.8	14	14	14	MTS 19	-
Flexion-Colofonia-210-2	52.6	14	14	14	MTS 20	-
Flexion-Colofonia-210-3	51.4	15	15	15	MTS 21	-
Flexion-Colofonia-210-4	52.1	14	14	14	MTS 22	roto en pre-rotura
Flexion-Colofonia-410-1	66.1	14	14	14	MTS 23	-
Flexion-Colofonia-410-2	63.8	15	15	15	MTS 24	rotura lateral
Flexion-Colofonia-410-3	63.3	14	14	14	MTS 25	-
Flexion-Colofonia-420-4	65.0	14	15	14	MTS 26	-
Flexion-Colofonia-610-1	70.5	16	17	15	MTS 27	-
Flexion-Colofonia-610-2	68.7	15	15	15	MTS 28	-
Flexion-Colofonia-610-3	70.4	17	15	17	MTS 29	-
Flexion-Colofonia-610-4	71.3	16	16	16	MTS 30	rotura lateral

Com s'ha escollit la colofonia 610, s'ha agafat el pes, i s'ha dividit per el volum.

$$\rho = \frac{Massa}{volum} = \frac{70.5}{2051} = 0.705g/cm^3$$

Per trobar la resistència a màxima es fa el següent càlcul.

$$Resistencia_{maxima} = \frac{F}{gArea} = \frac{1019.74384633857}{9.8151} = 20.71kg/cm^2$$

Taula 5.2: Taula comparativa

	Model Referencia	Model Dissenyat
Mides	Mateixes mides	
Densitats(g/cm^3)	1.38	0.705
fabricació	fàcil	complexe
materials	homogeni	heterogeni
Resistència a fractura(kg/cm^2)	> 500	20.71

Els cassetons de PVC s'utilitzen principalment ja que la seva fabricació en massa es més senzilla. També perquè es tracta d'un material totalment homogeni i lleuger, i que la seva tècnica de fabricació ens permet realitzar formes més complexes.

Tot i que la tècnica de fabricació dels cassetons de canemuxa proposats, encara s'ha d'estudiar amb més profunditat, podem dir que el material escollit pot competir amb els cassetons de pvc existents.

Capítol 6

Resum del pressupost i/o estudi de viabilitat econòmica

6.1 Resum del pressupost

En el següent apartat es pot observar un resum de l'estimació que s'ha realitzat del pressupost del cost destinat per dur a terme aquest estudi.

Taula 6.1: cost Total

Cost Total(€)	
Recursos Humans	3.936,00
Equip	38.475,00
Material	38,63
Total	42.449,63

Aquesta inversió l'ha facilitat el departament de Resistència de Materials.

Per poder veure el pressupost calculat de forma més detallada, es pot consultar en el document "Pressupost" que s'ha adjuntat amb aquest estudi.

Capítol 7

Anàlisi i valoració de les implicacions ambientals i socials

L'economia circular consisteix en intentar reutilitzar un material per prolongar la seva vida útil. En aquest cas, intentem buscar una nova aplicació de la canemuixa (residu del cànem), no nomès per reutilitzar-la, sino per evitar la contaminació que provoca la seva combustió al desfer-se'n d'ella.

Seguint el concepte anterior, per evitar un impacte ambiental, els materials escollits per a la fabricació final de la composició del cassetó són naturals.

Capítol 8

Conclusions

L'objectiu principal d'aquest estudi era analitzar si és viable fabricar cassetons utilitzant canemuixa, un residu obtingut al separar les fibres del cànem, i un aglomerant (resina). La finalitat de la fabricació d'aquests cassetons és donar una altra oportunitat a aquest residu en el sector de la construcció.

Analitzant tot el procés de fabricació i tots els resultats obtinguts en els assaigs experimentals de les diferents provetes, s'han extret les següents conclusions:

- En la fase de fabricació de les provetes utilitzant els motlles metàl·lics, s'ha comprovat que la realització de les mostres petites és més lenta degut al difícil desemmotllament. Es pot optimitzar el temps retallant-les de les provetes grans.
- Al manipular les provetes de Cola blanca, Resina Epoxi i Formaldehid, es va veure que en molts casos es desfèien al tocar-les. En canvi, les mostres realitzades amb Goma Arabiga o Colofonia quedaven molt més compactades.
- Es va veure que la fase d'assecat de les provetes era molt important per a poder obtenir bones mostres. El millor mètode és deixar les provetes assecant durant un dia sencer dintre del motlle. Això permetia que mantinguessin la forma i que la seva deformació fos molt petita. Quan es deixa a l'aire lliure, la proveta s'expandeix i augmenta el seu gruix. Si es deixen una setmana, les provetes que contenen Goma Arabiga absorbeixen humitat de l'ambient i no sequen correctament. I en el forn perdien massa aigua i els aglomerants no feien correctament la seva funció, deixant les mostres massa rígides.
- En els assajos inicials, amb Cola blanca, epoxi i Formaldehid, es va veure que els resultats obtingut no eren gaire bons. Les provetes resultaven fràgils i, a vegades, es trencaven abans de començar l'assaig, i si s' assajaven, les càrregues suportades eren molt petites. Per tant, es van descartar aquest materials com a aglomerants.

Quan ja s'han analitzat tots els resultats de les fases de fabricació i assaig, s'ha arribat a la conclusió que la millor combinació per a fabricar els cassetons, tenint en compte la seva ubicació en exteriors, és la Colofonia amb una concentració de 610 assecada un setmana en el motlle. Els resultats a primera vista són bastant

bons, amb provetes compactes, seques i equilibrades.

La Colofonia no comporta problemes amb una col·locació dels cassetons a l'exterior, donat que es una resina que no es dissol amb aigua, sinó que es fa amb acetona.

A part, en aquest cas el nou materials no conté cap producte químic, ja que tant la canemuixa com la colofonia són materials naturals, per tant, podem afirmar que aquest cassetó serà respectuós amb el medi ambient.

Per finalitzar, en aquest estudi que s'ha realitzat, podem afirmar que serà viable fabricar cassetons utilitzant la canemuixa, residu del cànem.

Capítol 9

Recomanacions

Tot i que s'han complert tots els objectius que s'havien establert en aquest estudi, i tenint en compte els resultats que s'han obtingut, es poden realitzar uns estudis amb profunditat per poder millorar el producte final.

- Estudi per poder reforçar amb un altre material extern, un possible cassetó fabricat amb Goma Arabiga.
- Estudi sobre la viabilitat econòmica de la fabricació de cassetons de canemuixa.

Capítol 10

Referències

1. Casetón - Wikipedia, La enciclopedia libre [en línia] [Consulta: 25-09-2021]. Disponible a: < <https://es.wikipedia.org/wiki/Caset%C3%B3n>>
2. Casetó - Wikiwand [en línia] [Consulta:24-09-2021]. Disponible a: < <https://www.wikiwand.com/ca/Caset%C3%B3>>
3. ¿Qué es el caseton y para que se utiliza? - La casa del Caseton [en línia] [Consulta: 25-09-2021]. Disponible a: < <https://www.lacasadeltcaseton.com/que-son-los-casetones-y-para-que-se-utilizan/>>
4. Casetón de Poliestireno - PromApeša [en línia] [Consulta: 24-09-2021]. Disponible a: < <https://www.promapesa.com/materiales-para-la-construccion/caseton-de-poliestireno.html>>
5. Cànnabis – Viquipèdia, L'enciclopèdia lliure [en línia] [Consulta: 18-00-2021]. Disponible a: < <https://ca.wikipedia.org/wiki/C%C3%A0nnabis>>
6. Cànem – Viquipèdia, L'enciclopèdia lliure [en línia] [Consulta: 18-10-2021]. Disponible a: < <https://ca.wikipedia.org/wiki/C%C3%A0nem>>
7. El cáñamo – Hempcrete [en línia] [Consulta: 18-10-2021]. Disponible a: < <https://www.hempcrete.es/canamo>>
8. ¿Qué és el cáñamo? – trueleafpet [en línia] [Consulta: 25-12-2021]. Disponible a: < <https://trueleafpet.eu/es/que-es-el-canamo/>>

9. Que és el cañamo – GREENBEAR [en línia] [Consulta: 25-12-2021]. Disponible a: < <https://greenbear.es/blog/alimentacion/que-es-canamo/>>
10. Qué és el cañamo y cuáles don sus propiedades – Aussiehair [en línia] [Consulta: 18-10-2021]. Disponible a: < <https://aussiehair.es/ingredientes/ingredientes-naturales-pelo-australianos/que-es-el-canamo/>>
11. ¿Que es el cannabis indica? – Dinafem [en línia] [Consulta: 27-11-2021]. Disponible a: < <https://www.dinafem.org/es/blog/que-es-el-cannabis-indica/>>
12. Cannabis sativa ruderalis – Wikipedia, La enciclopèdia libre [en línia] [Consulta: 03-11-2021]. Disponible a: < https://es.wikipedia.org/wiki/Cannabis_sativa_ruderalis>
13. La diferencia de: Sativa, Indica, Ruderalis – Mallorca seeds [en línia] [Consulta: 03-11-2021]. Disponible a: < <https://www.mallorca-seeds.com/es/diferencia-sativa-indica-ruderalis/>>
14. Fassio, A., Rodriguez, M. J., Ceretta, S. Cañamo (Cannabis sativa L.). Montevideo, 2013. [en línia] [Consulta: 24-09-2021]. Disponible a: < https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2348>
15. Marihuana afgana, la Reina de las extracciones de resina – Cannabislandia [en línia] [Consulta: 03-11-2021]. Disponible a: < <https://www.cannabislandia.com/blog/marihuana-afgana/>>
16. ¿Qué es y donde se utiliza el casetón de poliestireno? - MNdelgolfo [en línia] [Consulta: 24-09-2021]. Disponible a: < <https://www.mndelgolfo.com/blog/reportaje/que-es-y-donde-se-utiliza-el-caseton-de-poli>>
17. Cañamones, cañamiza y estopa o fibra: Cañaño (industrial) – Superalimentos y cultivos alternativos. 2018 [en línia] [Consulta: 06-11-2021]. Disponible a: < <https://superalimentosalternativos.blogspot.com/2018/01/canamones-canamiza-y-estopa-o-fibra.html>>
18. Sativa Cannabis – tecnicoagrícola [en línia] [Consulta: 07-11-2021]. Disponible a: < <https://www.tecnicoagricola.es/categoria/cannabis-sativa/page/4/>>
19. Casetones: Qué son y por qué utilizarlos en construcciones - KnauffIndustries, 25/08/2020 [en línia] [Consulta: 26-09-2021]. Disponible a: < <https://knauf-industries.es/casetones-que-son-y-por-que-utilizarnos>>

20. Goma Arábica: qué es y cómo se utiliza – totenart [en línia] [Consulta: 12-12-2021]. Disponible a: < <https://totenart.com/tutoriales/goma-arabiga-que-es-y-como-se-utiliza/>>
21. Goma Arábica – Viquipèdia, L'enciclopèdia lliure [en línia] [Consulta: 12-12-2021]. Disponible a: < https://ca.wikipedia.org/wiki/Goma_ar%C3%A0biga>
22. Goma Aràbiga 1000gr – Mezcla Perfecta [en línia] [Consulta: 15-12-2021]. Disponible a: < https://mezclaperfecta.com/ceras-y-gomas/9426-goma-arabiga-1000-gr.html?search_query=goma+arabiga&results=4>
23. Plásticos de Cábamo: ¿Qué Son Y Cómo se hacen? - Sensi Seeds, 30/04/2020 [en línia] [Consulta: 27-09-2021]. Disponible a: < <https://sensiseeds.com/es/blog/plasticos-de-canamo-que-son-y-como-se-hacen/>>
24. El cáamo, un gran aliado contra la contaminación - Ecoluba, 26/11/2020 [en línia] [Consulta: 27-09-2021]. Disponible a: < <https://www.ecoluba.com/blog/post/el-canamo-un-gran-aliado-contra-la-contaminacion>>
25. Colofonia 1000gr – Mezcla Perfecta [en línia] [Consulta: 18-11-2021]. Disponible a: < https://mezclaperfecta.com/ceras-y-gomas/9309-colofonia-1000-gr.html?search_query=%09COLOFONIA+-+1000+gr%09&results=1>
26. High Biobased Laminating Epoxy - Entropy Resins [en línia] [Consulta: 18-12-2021]. Disponible a: < <https://eu.entropyresins.com/product/one-high-biobased-laminating-epoxy/>>
27. Reticulantes – Polysistec [en línia] [Consulta: 19-13-2021]. Disponible a: < <https://www.polysistec.com/acabados-reticulantes.php?l=es>>
28. ¿Qué es e Hempcrete?: Todo sobre el Hormigón de Cábamo – El planteo, 2020 [en línia] [Consulta: 24-02-2022]. Disponible a: < <https://elplanteo.com/hempcrete-hormigon-de-canamo/>>
29. Casetón recuperable - Macropor [en línia] [Consulta: 24-09-2021]. Disponible a < <https://macropor.com/caseton-recuperable/>>
30. Bovedillas y casetones de poliestireno expandido - Tectonica [en línia] [Consulta: 24-09-2021]. Disponible a: < <https://tectonica.archi/materials/bovedillas-y-casetones-de-poliestireno-expandido/>>

31. Encofrados de Forjados Reticulares con Casetón Recuperable - Construmatica [en línia] [Consulta: 24-09-2021]. Disponible a: < https://www.construmatica.com/construpedia/Encofrado_de_Forjados_Reticulares_con_Caset%C3%B3n_Recuperable>
32. Forjados Soluciones - Geoplastglobal [en línia] [Consulta: 24-09-2021]. Disponible a: < <https://www.geoplastglobal.com/wp-content/uploads/2016/09/SLABS-SOLUTION-SPANISH-BROCHURE.pdf>>
33. Soportes cubeta recuperable - Baygar [en línia] [Consulta: 24-09-2021]. Disponible a: < http://www.baygar.com/pdf/1392056859_uRlr.pdf>
34. Molones/Casetones - Telpor [en línia] [Consulta: 24-09-2021]. Disponible a: < <http://telpor.com.ar/isoencofrado-casetones/>>
35. Lecho de cáñamo 100 natural - Zoomalia [en línia] [Consulta: 24-09-2021]. Disponible a: < https://www.zoomalia.es/mascotas/lecho-de-canamo-100-natural-301-1501-y-2001-quality-clean-p-50372.html?gclid=Cj0KCQjwwJuVBhCAARIsAOPwGASNJ4uV3G1tzb5jGmMLqNf8VEyGtR64BQUHFafq9Z06R_bzSxNJRLwaAodGEALw_wcB#1250471>
36. Formaldehido - letsrab [en línia] [Consulta: 24-09-2021]. Disponible a: < <https://www.letsrab.es/formaldehido-en-solucion-37-epr.lab>>
37. Proteína de cáñamo en polvo - CebaNatural [en línia] [Consulta:]. Disponible a: < https://www.cebanatural.com/proteina-canamo-polvo-bio-p-1176-5.html?ref=Gshop_es&gclid=Cj0KCQjwwJuVBhCAARIsACJSqmcYigYqlrKlv0eALPgofzPmb-1V9z1mIqMaAq05EALw_wcB>