

Projecte Final de Grau

ESTUDI DE LES PROPIETATS FISICO-MECÀNIQUES DELS SPACER-FABRICS



Autor: Oriol Farró Plans
Tutor: Xavier Capdevila



Grau en Enginyeria de Tecnologia i Disseny Tèxtil
UPC-2016

ÍNDEX

1. Introducció	[pàg. 1 - 4]
1.1. Introducció als Spacer-Fabric	pàg. 1
1.2. Objectius del treball	pàg. 3
1.3. Motivacions personals	pàg. 4
2. Evolució dels telers	[pàg. 5 - 8]
3. Conceptes	[pàg. 9 - 12]
3.1. Compressió dels materials	pàg. 9
3.2. Compressió dels Spacer-Fabrics	pàg. 10
4. Materials i equip	[pàg. 13 - 19]
4.1. Teler Raschel RD 7/2-12 EL	pàg. 13
4.2. Equip de resistència a la compressió	pàg. 17
5. Planificació de l'experiment	[pàg. 20 - 26]
6. Anàlisi dels resultats i discussió	[pàg. 27 - 48]
7. Conclusions	[pàg. 49 - 50]
8. Bibliografia	[pàg. 51 - 52]
9. Annex 1	[pàg. 54 - 61]

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Introducció als Spacer-Fabric

Els “Spacer-Fabrics” són teixits de punt per ordit o per trama amb un aspecte de 3D, amb els quals; a l’actualitat s’aconsegueix obtenir unes excel·lents propietats de permeabilitat, amortiment, conductivitat, etc.

Amb l’arribada d’aquests teixits es va obrir un gran ventall de possibilitats en multitud d’àrees, ja que proporcionen unes característiques úniques. És per això que tenen tanta importància ja que els podem trobar en molt àmbits de la nostra vida quotidiana com en tèxtils per automoció, per a la llar, per ús mèdic, de protecció, per ús esportiu, etc.

A més a més, amb aquests teixits aconseguim tenir unes estructures amb molt bona estabilitat dimensional, durabilitat i menys impacte contaminant que altres productes.

Aquests articles estan formats per dos teixits units per un o varis fils que uneixen les dues cares pel costat de l’entra malla i que per tant, es teixeixen alhora.

Això no vol dir en cap cas que les dues cares del teixit hagin de ser iguals, és a dir, que tinguin la mateixa estructura/lligat, ja que són independents l’una de l’altre. L’única cosa en comú que obligatòriament han de tenir les dues cares són les mateixes passades. En aquest treball, ens centrarem en els teixits de punt per ordit, que són els que es realitzen amb uns telers Raschel especialitzats (Double-needle-bars Knitting Raschel Machines).

La separació entre les dues cares del teixit pot ser variable depenent del rang de treball que ens permetin les diferents màquines (aspecte que s’explicarà més endavant)

La gran importància d’aquests teixits es centra en la substitució d’altres materials com poden ser els foams o els neoprens i en definitiva totes les estructures voluminoses (en 3D) sempre dintre de les seves possibilitats.

Això es deu a que aquests teixits es comporten molt millor davant d’agents externs com la humitat, el foc, el vent etc; tenen propietats de compressió superiors i són menys nocius per el medi ambient ja que es degraden amb menys facilitat, resisteixen millor davant del foc, mantenen millor la seva forma i propietats durant la seva vida útil i es poden rentar amb més facilitat.

Dins dels Spacer-Fabrics podem diferenciar multitud de sectors, com per exemple: tapisseria, protecció/defensa, matalasser, calçat, industrial, mèdic, automoció, moda, so, roba laboral, etc.

Òbviament, cada empresa només avarca algun d'aquests àmbits. Els més comuns són els següents:

- Tapisseria: es busquen teixits amb gran resistència a l'abrasió, amb bona estabilitat dimensional i s'intenten crear lligats que formin dibuixos que facilitin la feina del tapisser, és a dir, s'eviten dibuixos que siguin molt quadriculats o amb motius molt ben definits, ja que es podria veure tort un cop entapissat.
- Protecció/defensa: principalment es busquen articles amb una gran resistència a la compressió per intentar reduir al màxim els possibles danys que pugui patir l'usuari. En aquest cas el disseny per temes d'imatge no són importants.
- Matalasser: es busca una gran transpirabilitat i un tacte agradable. Els lligats normalment són amb diferents calats.
- Calçat: són teixits amb molt bona estabilitat dimensional i gran resistència a l'abrasió. Són molt semblants als de tapisseria en quan a disseny per els mateixos motius.
- Mèdic: coincideixen bastant amb els matalassers, ja que es busca transpirabilitat i un tacte suau, ja que en molts casos aniran en contacte directe amb la pell, per tant, s'ha d'evitar al màxim possibles rascades del teixit i que la pell transpiri el millor possible. En molts casos aniran acompanyats d'acabats antibacterians, etc.
- Automoció: exactament igual que amb els de tapisseria, amb la particular diferència que es demana una gran solidesa a la llum en els tints.
- Moda: s'intenten crear dissenys més atrevits utilitzant lligats que normalment no s'utilitzen en altres sectors.
- Roba laboral: son articles als quals es busca la seva funcionalitat, resistència a l'abrasió, bona resistència a la compressió i estabilitat dimensional.

Però aquest treball, està centrat en quatre àmbits (Protecció/defensa, calçat, roba laboral i automoció), ja que els dos teixits escollits per aquest estudi estan dins d'aquests sectors esmentats.

En aquests àmbits, una de les propietats físico-mecàniques que més importància té, o en tot cas, sempre s'ha de tenir present, és la compressibilitat de l'estructura.

Aquest treball és un estudi per saber com és d'important la influència dels factors estructurals d'espessor i lligat del fil d'unió de les dues cares del teixit davant la resistència a la compressió que ofereixen els Spacer-Fabric.

És per això, que en aquest treball es presentarà tota la part tècnica de la fabricació dels dos teixits, la part pràctica dels assajos corresponents i la part més teòrica tant de la realització dels teixits com dels mètodes utilitzats pels assajos amb les seves corresponents conclusions finals.

1.2 Objectius del treball

L'objectiu del treball és fer un estudi per intentar veure com reacciona un Spacer-Fabric al fer dos canvis en la seva estructura. En un cas, es variarà la separació de fontures del teler Raschel i en l'altre cas es modificarà el lligat del fil que uneix les dues cares del teixit.

Per una banda, tenim el teixit anomenat "Kyron" que es vol destinar per utilitzar com alternativa a les actuals plantilles de les sabates, aportant les millors propietats físico-mecàniques possibles que l'article pugui proporcionar.

Es vol arribar a obtenir un teixit amb unes propietats de compressió i rigidesa a la flexió adients per aquesta classe de productes per aconseguir ser el màxim de competitiu al mercat.

Per això, realitzarem un assaig de compressió on s'estudiarà la influència que té la separació de les fontures i, amb els valors obtinguts s'estudiarà quina de les dues opcions és més vàlida.

Per altra banda, el segon teixit "Red Padrón", està pensat per utilitzar-lo en articles de protecció/defensa, automoció i roba de treball. En aquest cas es vol veure la influència del lligat del punta del mig que uneix les dues cares, per veure de quina manera pot arribar a afectar a un mateix article i, per tant, escollir el que doni uns resultats millors. En aquest cas, es realitzarà el mateix assaig. que en l'article anterior.

Tot i la gran quantitat d'investigacions que s'han realitzat per explotar les diverses aplicacions dels "Spacer-Fabrics", els estudis sistemàtics de les seves propietats són limitats i/o estan circumscrits dins de l'àmbit industrial.

1.3 Motivacions personals

Aquest treball a sorgit com a conseqüència de la readaptació d'una primera idea que es va haver d'abandonar per problemes de temporalitat i mancances tècniques a l'hora de realitzar-lo. La idea original era fer un estudi de recerca d'informació dels Spacer-Fabrics per a un ús comercial a l'empresa "Tejidos indesmallables Geisa Group Grabisa" on estic treballant actualment.

El projecte va sorgir per tal de poder demostrar i valorar amb dades experimentals les diferents propietats que té l'article final, depenent de les petites modificacions en la fabricació d'aquest, i així aconseguir ser el màxim de competitiu dins del mercat.

En aquest cas, la idea era centrar-me en dues característiques. Per una banda, la modificació del lligat del fil d'unió de les dues cares de teixit i, per l'altra la diferència de gruix d'aquestes dues cares. D'aquesta manera aconseguiríem obtenir informació de quina seria la millor opció per aquest article. Per poder fer això havia de teixir de nou aquesta tela fent nou proves diferents entre elles, ja que es volia fer tres lligats i tres separacions de fontura diferents. Però, degut a temes de producció i compliment dels terminis d'entrega de l'empresa amb els seus clients va resultar impossible parar la producció i realitzar aquestes proves.

És per aquest motiu, doncs, que es va contemplar modificar lleugerament el projecte i aprofitar dues proves de teixit que havia fet anteriorment amb l'empresa per fer aquest estudi.



2. EVOLUCIÓ DELS TELERS

Les primeres màquines Raschel daten de 1855, utilitzades a Alemanya, més concretament a la ciutat d'Apolda. Però no és fins el 1914 que es comença a parlar de les màquines Raschels col·locades esquena contra esquena fent una sola màquina, el que avui dia es coneix com a Raschel de doble fontura. Aquestes màquines constaven tant sols de dos pintes i eren de galga 6, però ben aviat van aparèixer màquines de quatre pintes, tot i que la seva velocitat era molt reduïda en comparació amb les d'avui en dia.

Els telers Raschel moderns per fer teixits 3D, o també anomenats telers Raschels de doble fontura, es caracteritzen bàsicament per ser la fusió de dos telers Raschels normals posats l'un davant de l'altre (ajuntats per la part del davant del teler).

Com el seu propi nom indica, aquests telers tenen dues fontures (una al davant i l'altre darrere).

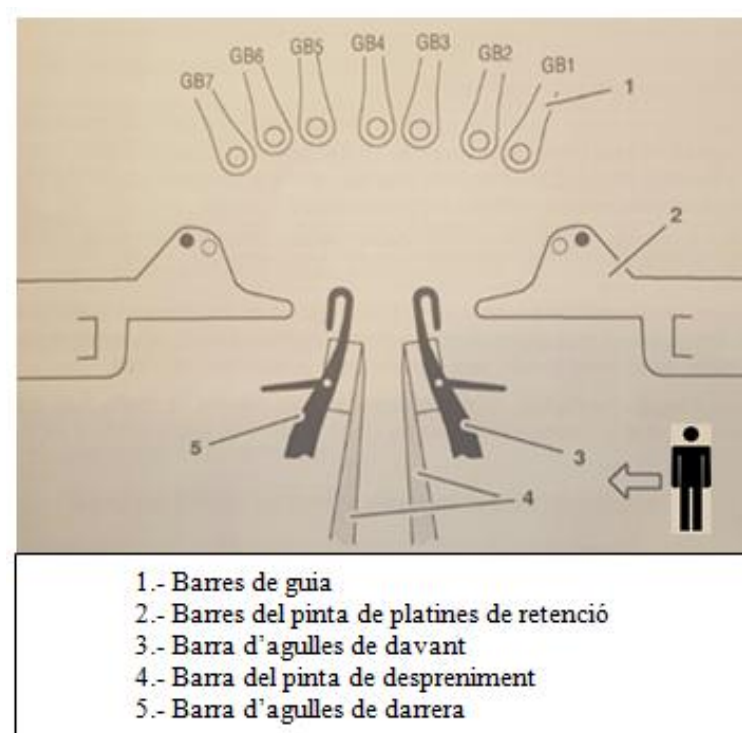


Figura 1: Esquema teler Raschel de doble fontura
Font: Manual del teler Raschel

Els més moderns poden arribar a tenir fins a vuit pintes, tot i que el més comú es que en tinguin sis o set. El lligat s'introdueix electrònicament en comptes de fer servir els discs, això dóna una gran versatilitat i rapidesa a la màquina per modificar i/o introduir lligats. La separació de fontures normalment avarca un rang entre 1mm i 15 mm, tot i que hi ha màquines que poden arribar a fer separacions més grans per poder fer teixits especials que necessiten molt gruix.

Gràcies al fet de tenir aquestes dues fontures, aquestes màquines són capaces de teixir els 3D, i ho fan de la següent manera i tenint en compte que:

Les barres d'agulles es fan funcionar alternativament, és a dir, quan una està a dalt l'altre estarà a baix i al revés. Aquestes barres només tenen moviment oscil·latori vertical.

Per altra banda, les barres dels pintes es mouen independentment de forma horitzontal, a la vegada que tenen un moviment de balanceig en que es mouen totes a la vegada, començant pel pinta 1 i acabant per l'últim.

Les dues barres de platines, només tenen moviment oscil·latori endavant i endarrere cap a la seva respectiva fontura.

Els pintes GB1, GB2 només poden actuar en la fontura de davant, mentre que el GB6, GB7 només poden lligar al de darrere. En canvi, el GB3, GB4 i GB5 poden actuar només davant, només darrere o a les dues fontures, això dependrà de la necessitat que es tingui al moment de fer el disseny del lligat del teixit.

Podem diferenciar aquestes etapes:

- **Etapa 1:** Els pintes estan a la part posterior de la màquina per sobre de les agulles, mentre que la barra de platines està tirada endavant per evitar que el teixit pugi amunt.

És en aquest instant, quan la barra d'agulles anterior està avançant cap amunt fins arribar al lloc on es trobarà amb les pintes que començaran el seu moviment de balanceig cap endavant fins a passar just per davant de les agulles i, a continuació realitzaran el seu moviment independent i horitzontal per tal d'efectuar els lligats corresponents.

- **Etapa 2:** Un cop els pintes han fet el seu moviment corresponent a les agulles de davant es retiraran un altre cop endarrere.

- **Etapa 3:** Tant bon punt els pintes han acabat el seu moviment cap a la part posterior de la màquina i per tant, els fils estan dins dels ganxos de les agulles de davant, aquestes comencen a baixar i la platina de davant s'enretira cap endarrere i la platina posterior avança cap endavant.

- **Etapa 4:** Les agulles davanteres al baixar comencen a tancar els seus pestells retenint el bucle de fil dins del cap de l'agulla i la barra de platines posterior es col·loca per sobre la barra d'agulles. Les barres de pintes es belluguen cap endavant per tal de moure's per darrere les agulles i acabar de fer la passada.

- **Etapa 5:** La barra d'agulles frontals està a la seva posició més baixa, d'aquesta manera les agulles poden realitzar el despreniment del bucle de fil per poder tornar-ne a agafar més a la següent passada que toqui a la barra frontal.

És en aquest punt, quan la barra d'agulles posterior comença a ascendir i la seva barra de platines es mou endavant per tal d'impedir que el teixit remunti per les agulles. En aquests moments es tornarà a repetir tot el cicle però aquest cop per la part posterior de la màquina, de tal manera, que aquestes cinc etapes s'aniran repetint per la barra anterior i posterior consecutivament.

Un cop s'hagi efectuat el cicle, podem dir que la màquina ha realitzat una passada completa en el teixit 3D.

A continuació, es pot veure un esquema de les diferents etapes del funcionament d'un teler Raschel de doble fontura:

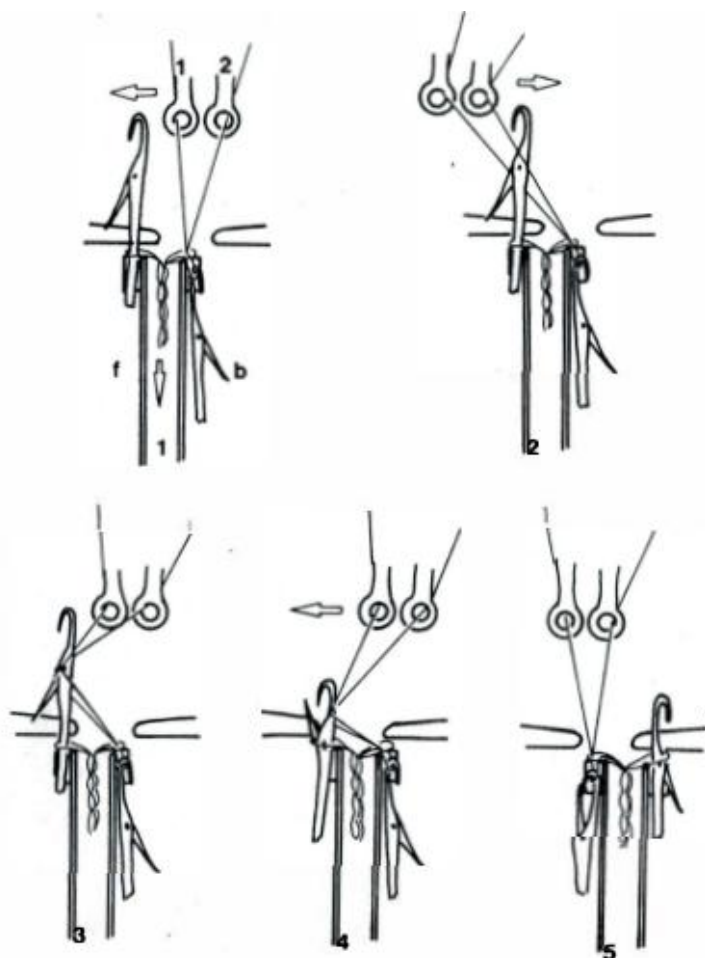


Figura 2: Esquema de les etapes de funcionament
Font: UPCommons

3. CONCEPTES

3.1 Compressió dels materials

La resistència a la compressió és el màxim esforç que un material pot resistir sota compressió longitudinal. La seva unitat s'expressa com a Pa (unitat de força per àrea de secció transversal).

La resistència a la compressió d'un material que falla a causa del trencament d'una fractura es pot definir com una propietat independent. Per altre banda, la resistència a la compressió dels materials que no es trenquen, es defineix com la quantitat d'esforç necessari per deformar el material d'una quantitat arbitrària.

A continuació, podem observar un exemple de corba de resistència a la compressió, en la qual es pot veure la forma típica que fa (dependrà del material que s'utilitzi) amb les seves parts diferenciades.

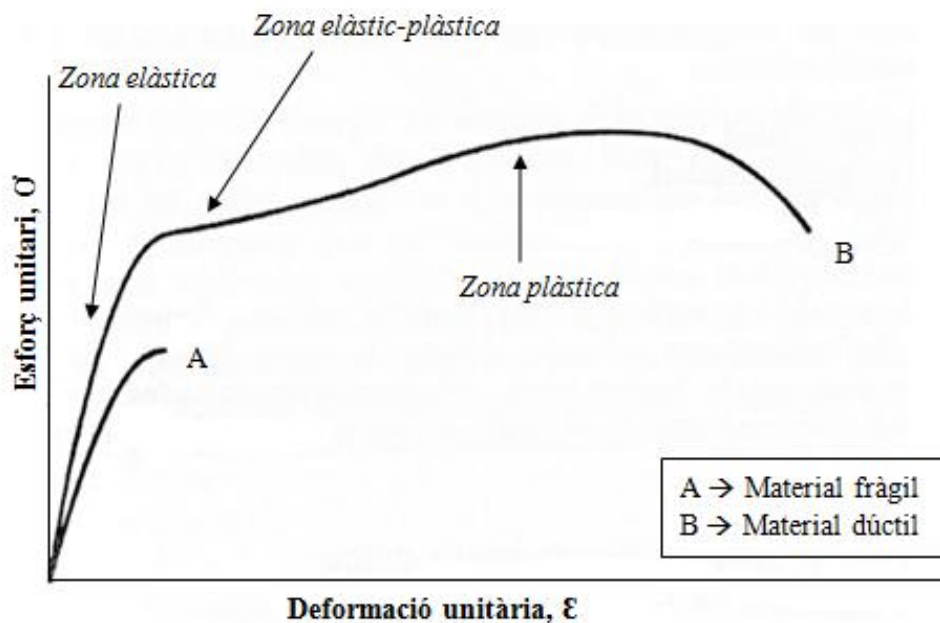


Figura 3: Representació gràfica resistència a la compressió
Font: Pròpia

3.2 Compressió dels Spacer-Fabrics

La compressió es defineix com una disminució en l'espessor intrínsec amb un augment de la pressió. Generalment, les seves propietats es caracteritzen amb dos paràmetres, la resistència a la compressió i el mòdul de compressió.

La resistència a la compressió d'un material és el valor de la tensió en una compressió uniaxial quan falla completament. És a dir, és la capacitat per resistir aquestes forces dirigides axialment.

En canvi, el mòdul de compressió és la força de compressió per unitat d'àrea per canvi de volum. És la capacitat de la massa de les fibres per recuperar-se de la compressió, es a dir, la seva resistència.

A més a més, la compressibilitat de les fibres, dependrà de la seva estructura i composició.

El comportament de la compressibilitat ve afectat, tal com s'ha dit anteriorment, pel gruix del teixit i l'angle del monofilament, però també per la densitat d'aquests fils d'unió.

El fonament teòric més utilitzat per explicar aquests comportament és el de Van Wyk, on es presenta una relació entre el volum i l'estrès de les fibres de llana independentment de la seva fricció, torsió i força durant la compressió.

Aquest fonament, assumeix que els monofilaments es comporten com un feix homogeni de fibres, i que per tant, aquest feix, està format per fibres individuals que tenen la capacitat de doblegar-se sota forces de compressió.

Per poder adaptar aquest model als Spacer-Fabrics, s'han de fer certes suposicions:

- Cada monofilament es pot doblar fàcilment com de la mateixa manera que una barra circular.
- El valor " V_0 " del model de Van Wyk, és el volum inicial de les mostres.
- La pressió externa està relacionada amb la flexió de les fibres per la distància mitjana entre els seus punts de contacte.
- La distància que hi ha entre els punts de contacte de la fibra està relacionat amb el volum de la mostra.

Aquesta relació d'estrès que es presenta, només és apropiat per forces de compressió moderades, ja que amb altres pressions la part del volum incompressible es negligeix. És per aquest motiu, que va introduir una nova equació que tenia en compte aquest fet:

$$p = \frac{K * E_f * m^3}{\rho^3} \left(\frac{1}{(v - v_f)^3} - \frac{1}{(v_0 - v_f)^3} \right) \quad \text{eq. 1: Equació de Van Wyk}$$

On: {

- K: coeficient de Van Wyk
- m: massa
- V: volum
- p: pressió
- V': volum final
- E_f: mòdul d'elasticitat
- ρ: densitat fibres
- V₀: gruix inicial

El comportament dels Spacer-Fabrics davant forces de compressió es pot representar amb una corba de tensió/deformació.

Podem observar tres parts diferenciades a la corba: elasticitat lineal, col·lapse i densificació.

- En la primera etapa, trobem que el mòdul d'elasticitat es defineix com el pendent inicial de la part elàstica lineal de la corba.
- La segona etapa, es caracteritza per una “relativa” gran deformació produïda en una compressió constant. Durant aquesta etapa, els monofilament es comencen a corbar i per tant, el gruix del teixit disminueix.
- L'última etapa, succeeix quan tots els monofilament s'han col·lapsat (en aquesta etapa, el gruix es redueix significativament). Un cop s'ha produït aquesta densificació, la deformació s'eleva ràpidament amb un augment molt petit de la tensió.

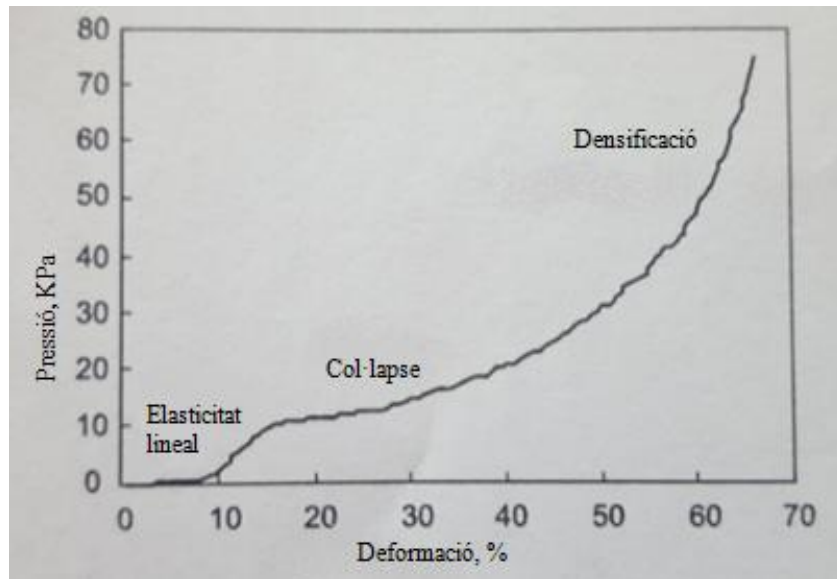


Figura 4: Gràfica resistència a la compressió específica dels teixits
 Font: FIBRES & TEXTILES in Easter Europe January/March 2008, Vol. 16, No. 1(66)

Malgrat el seu interès conceptual, no deixa de ser un model que no s'adapta correctament al model empíric com els que es presenta a continuació.

Per tant, a partir d'estudis empírics respecte el comportament mecànic dels Spacer-Fabrics es poden considerar els següents punts d'interès:

- Les estructures que utilitzen monofilament com a fil d'unió, generalment, tenen una resistència més elevada a la compressió que aquelles que utilitzen multifilament.
- La resistència a la compressió augmenta amb l'incrementar el diàmetre del monofilament, i això influeix a les densitats i al tacte del teixit.
- Les estructures amb un angle gran (del monofilament) tenen una alta resistència a la compressió; però si aquest és molt vertical es torna més estable i pot arribar a lliscar per un esforç de cisallament. Per altre banda, si l'angle és molt petit, l'estructura pot arribar a aixafar.

4. MATERIALS I EQUIP

4.1 Teler Raschel RD 7/2-12 EL

En el cas dels teixits estudiats en aquest treball, s'ha utilitzat la següent màquina Raschel, RD 7/2-12 EL, seguidament trobareu les seves característiques:



Figura 5: Teler Raschel “RD 7/2-12 EL”
Font: Pròpia

Es tracta d'una màquina Raschel electrònica, és a dir, no utilitza discs excèntrics, sinó que els lligats s'introdueixen mitjançant un programa que porta incorporat la pròpia màquina.

En el nostre cas, es tracta d'un teler de galga 24. Actualment, els més comuns són de galga 22 i galga 16, tot i que al mercat podem trobar des de galga 12 fins la 32, però en molta menys quantitat; també és cert, que Karl Mayer dona l'opció de poder construir qualsevol model amb les característiques que el comprador demani, ja que en ocasions es creen nous telers fets a mida per encàrrec.

El teler que ens ocupa consta de 7 pintes en total, però pràcticament la gran majoria de teixits 3D estan fets amb 6 pintes o menys (com és el cas dels nostres dos teixits), tot i que també hi ha telers de fins a 8 pintes.

Les revolucions per minut (rpm) que té la màquina sempre variaran segons el tipus de dibuix que s'estigui teixint que dependrà del seu lligat i de la separació de fontures que donem a la màquina. Amb els nostres teixits, les rpm van des de 400 fins a quasi 700.

Però repeteixo que dependrà sempre de l'article que estiguem fent i de com es comporti la màquina. Ja que en condicions ideals i fent sempre el mateix teixit, es podria arribar a ajustar la màquina per poder anar pràcticament fins les 900-1000 rpm.

Els valors recomanats de funcionament del termòstat són: calefacció 40°C, refrigeració 36°C. I les condicions idònies de funcionament del teler en quant a temperatura ambiental és de +/- 25°C i una humitat igual o menor a 65%. Si no es respecten aquests valors possiblement la màquina no treballi correctament i comenci a generar defectes al teixit, a tenir parades per temperatures elevades o dilatacions en diferents components que produiran desajustos i com a conseqüència problemes a l'hora de teixir. Aquest tipus de màquines van connectades amb una font d'alimentació de 230V, màx. 60W.

Aquest teler, porta incorporats una sèrie de sistemes de control/seguretat que són els següents: el Laserstop 4083 i un escàner IWS 5391. El primer, és un dispositiu que la seva funció és detectar la ruptura dels fils dels diferents pintes, és un làser que va de costat a costat de la màquina. Quan es trenca un fil, i aquest passa per davant del feix de llum del làser fa saltar una llum d'alarma de color vermell i para la màquina perquè l'operari s'adoni del defecte i pugui arreglar-ho (hi ha un làser per cada pinta).

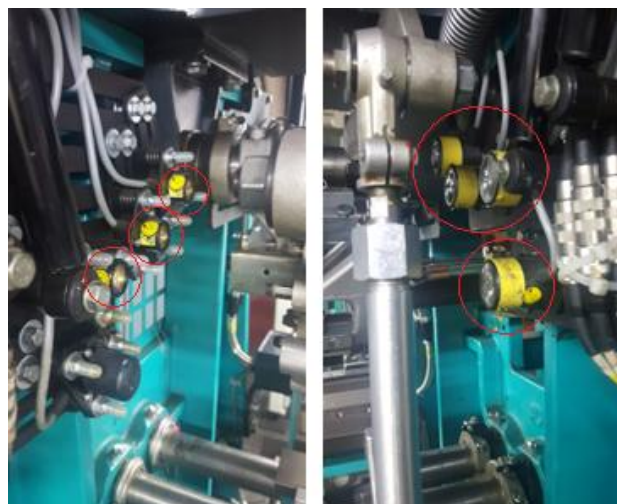


Figura 6: Laserstop 4083
Font: Pròpia

L'altre sistema, l'escàner IWS 5391 té la seva funció d'evitar qualsevol accident que es pugui produir mentre la màquina està treballant. És a dir, és un altre làser que funciona de la mateixa forma que l'anterior, però en comptes de detectar fils trencats, detecta qualsevol cosa que s'acosti a una certa distància de la fontura i els pintes, evitant d'aquesta manera que alguna persona es pugui fer mal.

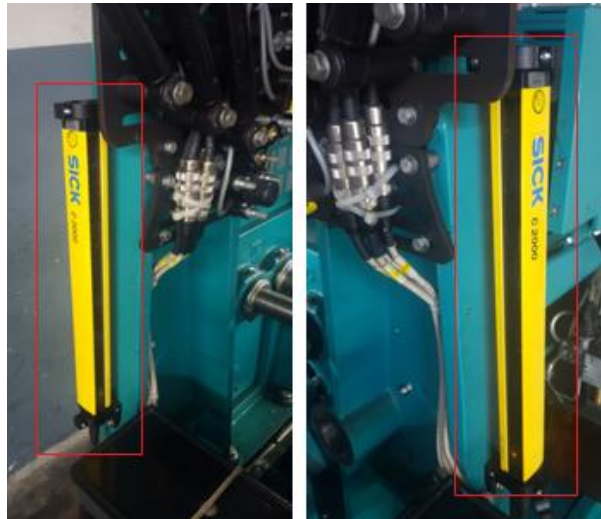


Figura 7: Escàner IWS 5391
Font: Pròpia

Per poder fer un canvi en la separació de les fontures (tant obrir-les com tancar-les), primer de tot és convenient tenir la màquina ajustada amb uns certs valors que el propi fabricant et dona amb el manual de la màquina.

En el nostre cas, per canviar el gruix del teixit hem de seguir les indicacions que es mostren a la taula (Taula de marxa) de l'Annex 1, juntament amb una imatge on hi ha la referència amb un valor (de l'1 al 9) de les diferents parts de la màquina amb els valors que Karl Mayer exposa per tenir un tricopatge estàndard correcte.

Un cop s'ha fet això, procedirem a començar a moure les fontures, per fer-ho, la màquina ha d'estar parada i la posició de les agulles i platines de les dues fontures han d'estar a la mateixa posició. Ja que si no és així, al començar a tocar els diferents elements de la màquina, per variar la separació, es farà de forma desigual a les dues fontures, creant un gran problema, ja que s'haurà de tornar a realitzar el pas previ per deixar la màquina a punt.

Quan estiguem segurs que la posició dels diferents elements és la correcta, podrem començar a modificar els elements que se'ns exposen a la taula (Taula de canvis de densitat del teixit- taula d'alineació) de l'Annex 1. S'han d'ajustar els següents elements:

- A. Separació fontures [9]
- B. Balanceig dels pintes [I]
- C. Posició dels pintes [II]
- D. Posició barres de platines (si és necessari)
- E. Posició barres d'agulles (si és necessari)

Per una banda, els elements A, B i C s'han d'ajustar per força segons la taula de l'Annex, en canvi, el D i E només si hi ha problemes a l'hora de teixir, per exemple, que les agulles toquessin als pintes o que no pugessin/baixessin suficientment.

Per altra banda, els altres elements no anomenats i que ens marca la taula, en principi venen definits per defecte al canviar els altres. De totes maneres, si hi ha algun problema també es poden ajustar.

En aquests casos, s'haurà de ser molt curós a l'hora de tornar a engegar el teler, fins que no estiguem del tot segurs de que no estem posant en perill la pròpia màquina només es podrà moure el teler amb la marxa lenta, per tal d'observar que tots els elements estan ajustats correctament i de que teixeix tal i com toca. Un cop fet això, es passarà a posar la marxa ràpida.

Aquest procés (fer els canvis que diu a les taules Karl Mayer) per una persona experimentada es calcula que es pot tardar entre una hora i una hora i mitja. Això sense contar possibles problemes que ha vegades sorgeixen i que llavors s'ha d'anar buscant quin és el defecte i el motiu per el qual està passant; si és aquest cas, es pot allargar la feina durant dies.

4.2. Equip de resistència a la compressió

Assaig compressió:

- **Norma: UNE 40-402-81 “Resistència a la compressió i recuperació elàstica d’ espessor en els revestiments tèxtils pel sòl”**

Fonament del mètode:

Sotmetre el revestiment a una pressió variable creixent primer fins arribar a un màxim prefixat i, després decreixer fins l’inicial, valorant l’aixafament o pèrdua d’espessor a cada variació (positiva o negativa) d’ aquesta pressió.

Aparells necessaris:

- Peu de rei (resolució 0,02mm)
- Motlle circular de 10cm²
- 5 pesos amb una massa diferent cadascun d’ells (de 0,4Kg fins a 2Kg), amb una diferència entre si de 0,4Kg.
- Cronòmetre

Preparació de les mostres:

Es tallaran 10 mostres de 100x100 mm de diferents zones del teixit. Aquestes no podran ser de menys de 10 cm de les vores ni a menys de 50cm dels extrems del teixit.

Procediment de l’assaig:

Primer de tot es tallaran totes les mostres necessàries, tot seguit s’escollirà a l’atzar l’ordre de les deu proves a realitzar de cada teixit.

L’ordre dels pesos serà el següent:

1. Col·loquem el pes de 2kg sobre la proveta, als 30 segons d’estar el pes sobre la proveta es procedirà a efectuar la lectura de la pèrdua de gruix del teixit. Immediatament s’afegirà un altre pes de 2kg a sobre i es procedirà de la mateixa forma, i així successivament amb el tercer, quart i cinquè pes.

Amb la qual cosa, aconseguirem les lectures de pèrdua de pressió creixent de 200, 400, 600, 800 i 1000g/cm².

2. Un cop s'hagi fet de forma creixent, es procedirà a fer el mateix assaig però de forma decreixent.

Valoració dels resultats:

Amb els resultats obtinguts de forma creixent i decreixent es realitzarà una corba com la que hi ha a l'Annex 1.

Expressió dels resultats:

Pèrdua d'espessor expressada en cm.

Deformació permanent = E_r , en cm de l'altura del teixit.

Percentatge de recuperació de la compressió:

$$\frac{(E_c - E_r) \times 100}{E_c}$$

En aquest assaig s'han fet petites modificacions per tal de poder-la adaptar als Spacer-Fabrics. A més a més, degut a que no disposava dels aparells reglamentaris, m'he vist obligat a fabricar-me un petit "muntatge" per tal de poder efectuar-lo.

Aquest "muntatge" consisteix en dos circumferències de fusta contraxapada per disminuir el màxim el seu pes de dues dimensions diferents, una de la mateixa mida que les mostres de teixit, i l'altre una mica més gran per tal de poder col·locar amb més facilitat i estabilitat els diferents pesos a sobre.

Aquestes dues peces anaven enganxades l'una amb l'altre i entremig d'aquestes vaig posar un tros de cartró ploma amb forma rectangular més gran que els discs de fusta per tal de poder mesurar més fàcilment el gruix dels teixits.

A continuació us mostro una imatge on es pot observar el material necessari per l'assaig:



Figura 8: Muntatge assaig
Font: Pròpia



Figura 9: Material necessari per l'assaig
Font Pròpia

5. PLANTIFICACIÓ DE L'EXPERIMENT

Amb l'experiment plantejat, el que s'intenta es poder veure com es veuen afectats els Spacer-Fabrics davant de la força de compressió i com aquests responen un cop s'ha exercit.

Amb aquests estudi es consideren dos factors que s'estudien per separat. Per una banda, tenim la diferència de gruix dels dos teixits (Kyrans), i per l'altre tenim la diferència entre l'angle dels lligats del fil de monofilament dels altres dos teixits (Red Padrans).

Càlcul de l'angle del monofilament:

Les propietats de compressió dels teixits 3D estan directament relacionats amb el gruix del teixit i amb els fils del lligat del mig (en el nostre cas monofilament). Aquesta resistència es pot controlar a través del teler, obrint i tancant la separació de les fontures i amb el tipus de fil que s'utilitzi per unir les dues cares.

Quan aquests fils estan col·locats amb un cert angle respecte les cares dels teixits, tindran millor comportament davant les forces de compressió que si estiguessin col·locats perpendicularment a les cares del teixit.

L'angle real d'aquest fil d'unió es pot calcular amb la següent fórmula:

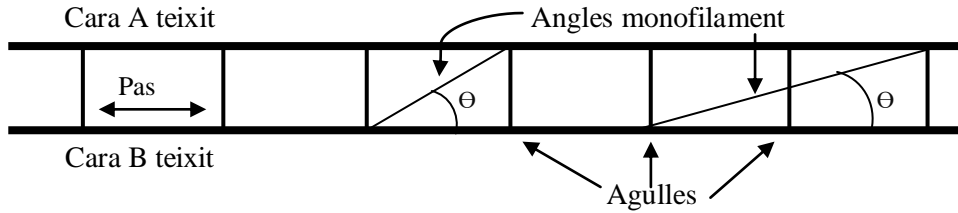
$$\Theta = \tan^{-1} \frac{L}{W}$$

$$\text{On: } \begin{cases} L: \text{ Gruix del teix} \\ W: \text{ Separació agulles} \end{cases}$$

Primer de tot, per fer els càlculs pertinents pel nostre cas, necessitem saber quin es el pas de la nostra màquina. Ens interessa saber-ho per després poder calcular la distància que ha recorregut el fil de monofilament horitzontalment per poder saber l'angle amb el que està en cada lligat diferent. A més a més, també serà necessari saber el gruix del teixit en cada cas.

$$Pas = \frac{25,4mm}{E}$$

Un cop sapiguem el pas de la màquina, només caldrà sumar aquest valor pel total de salts d'agulla que ha fet el monofilament, d'aquesta forma aconseguirem trobar la "W".



Càlculs de l'angle:

Galga de la màquina → E=24

$$\text{Pas} = \frac{25,4 \text{ mm}}{24} = 1,058 \text{ mm}$$

$$W = 1,058 \text{ mm} * 1 \text{ salt} = 1,058 \text{ mm}$$

$$W = 1,058 \text{ mm} * 2 \text{ salts} = 2,116 \text{ mm}$$

Un cop tenim totes les mesures necessàries, calculem l'angle:

$$\theta = \tan^{-1} \frac{L}{W}$$

$$\theta_{K.1} = \tan^{-1} \frac{L}{W} = \tan^{-1} \frac{4 \text{ mm}}{2,116 \text{ mm}} = 62,121^\circ$$

$$\theta_{K.2} = \tan^{-1} \frac{L}{W} = \tan^{-1} \frac{5,5 \text{ mm}}{2,116 \text{ mm}} = 68,957^\circ$$

$$\theta_{RP.1} = \tan^{-1} \frac{L}{W} = \tan^{-1} \frac{8,5 \text{ mm}}{2,116 \text{ mm}} = 76,021^\circ$$

$$\theta_{RP.2} = \tan^{-1} \frac{L}{W} = \tan^{-1} \frac{8,5 \text{ mm}}{1,058 \text{ mm}} = 82,905^\circ$$

Taula amb els resultats del càlcul dels angles de cada teixit:

	Lligat	Pas	Gruix (mm)	Θ (°)
Kyron 1	10-32-45-23	2	4	62,121
Kyron 2	10-32-45-23	2	5,5	68,957
Red Padrón 1	10-23-45-32	2	8,5	76,021
Red Padrón 2	10-01-12-21	1	8,5	82,905

Taula 1: Resultats càlcul angles
Font: Pròpia

A continuació, s'exposaran les característiques de cada un dels teixits, amb una part de la seva fitxa tècnica (la fitxa completa es troba a l'Annex 1), amb el dibuix dels seus lligats i s'adjuntaran imatges de cada una de les cares dels teixits juntament amb una imatge que es vegi el monofilament:

Fitxes tècniques dels articles:

- Lligats (**Kyron 1**):

	LLIGAT
GB 7	44-10/00-34
GB 6	11-10/00-01
GB 5	10-32-45-23
GB 4	01-11/10-00
GB 3	55-55/00-00
GB 2	
GB 1	

Taula 2: Part fitxa tècnica dels lligats de l'article
Font: Pròpia

- Dibuix dels lligats (**Kyron 1**):

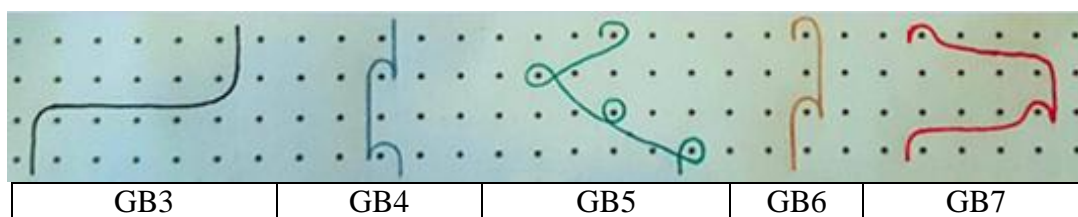
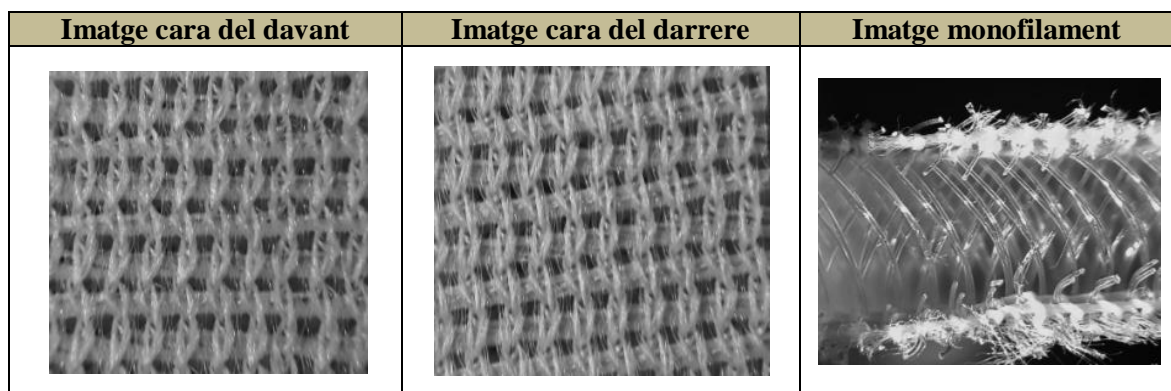


Figura 10: Dibuix dels lligats de l'article
Font: Pròpia



Taula 3: Imatge cares de l'article
Font: Pròpia

- Fitxa tècnica de producció (**Kyron 2**):

	LLIGAT
GB 7	44-10/00-34
GB 6	11-10/00-01
GB 5	10-32-45-23
GB 4	01-11/10-00
GB 3	55-55/00-00
GB 2	
GB 1	

Taula 4: Part fitxa tècnica dels lligats de l' article
Font: Pròpia

- Dibuix dels lligats (**Kyron 2**):

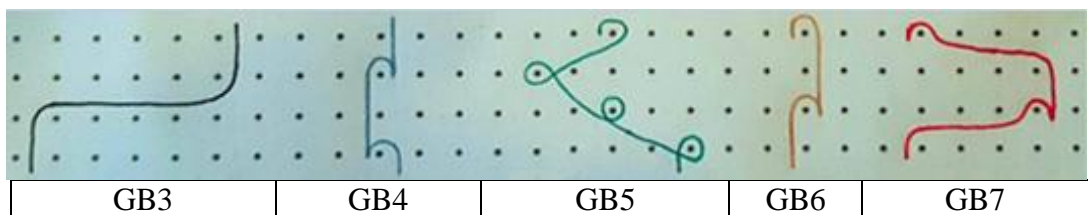
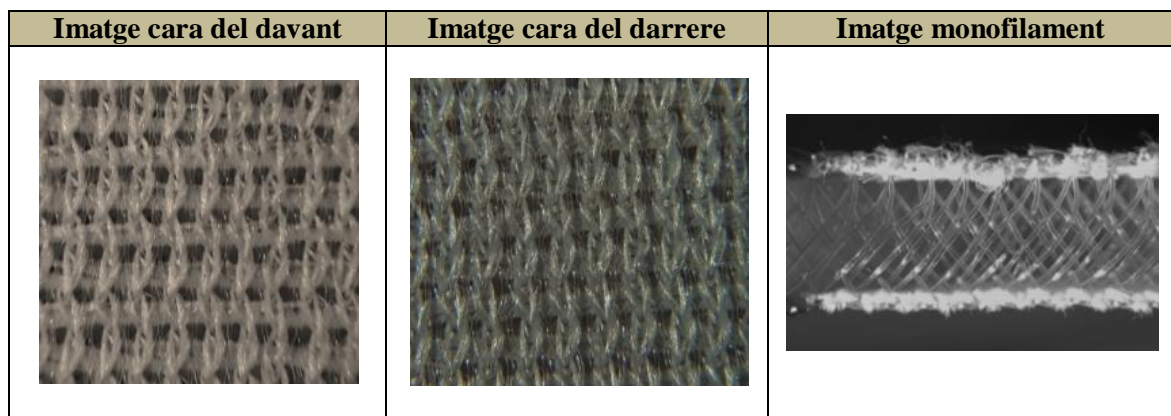


Figura 11: Dibuix dels lligats de l' article
Font: Pròpia



Taula 5: Imatge cares de l'article
Font: Pròpia

- Fitxa tècnica de producció (**Red Padrón 1**):

	LLIGAT
GB 7	33-00/00-33
GB 6	11-10/00-01
GB 5	10-01/12-21
GB 4	10-00/01-11
GB 3	10-00/23-33/10-00/45-55/32-22/45-55
GB 2	45-55/32-22/45-55/10-00/23-33/10-00
GB 1	

Taula 6: Part fitxa tècnica dels lligats de l' article
Font: Pròpia

- Dibuix dels lligats (**Red Padrón 1**):

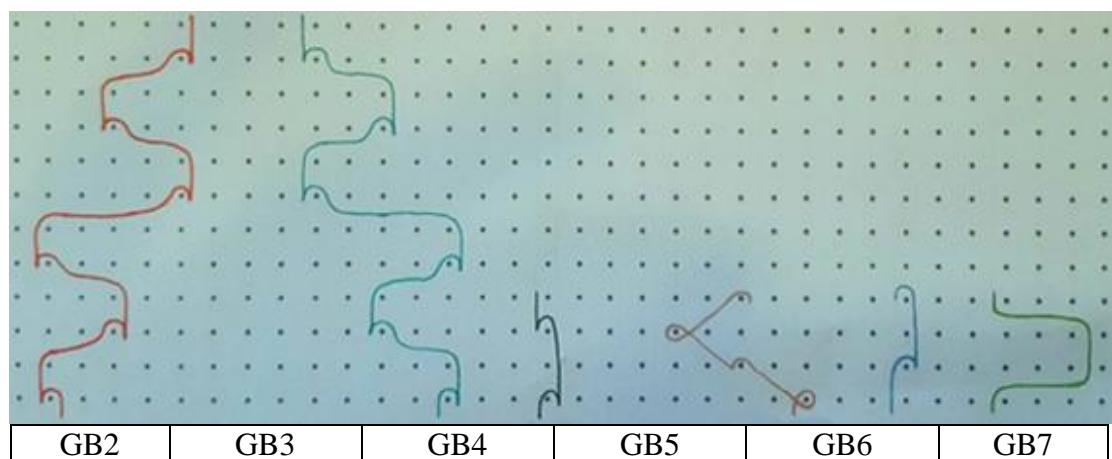
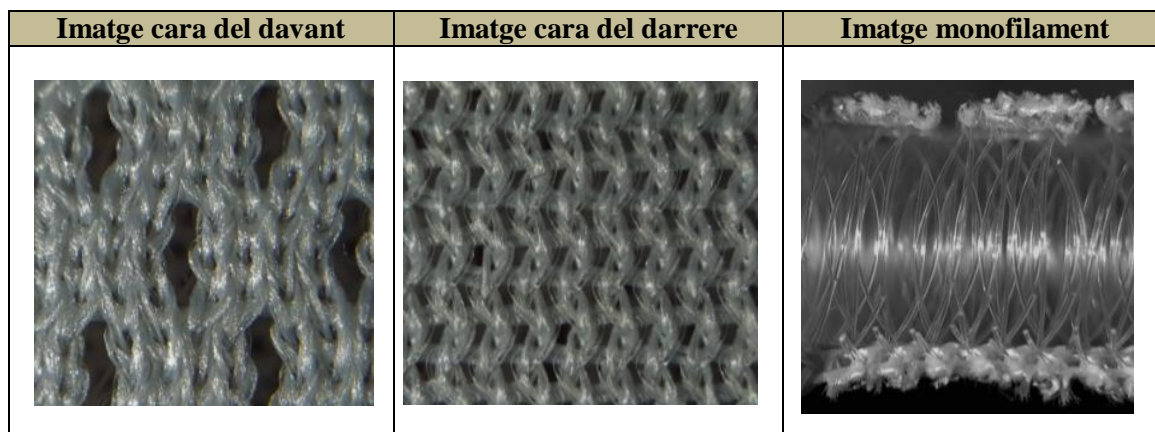


Figura 12: Dibuix dels lligats de l' article
Font: Pròpia



Taula 7: Imatge cares de l'article
Font: Pròpia

- Fitxa tècnica de producció (**Red Padrón 2**):

	LLIGAT
GB 7	33-00/00-33
GB 6	11-10/00-01
GB 5	10-23-45-32
GB 4	10-00/01-11
GB 3	10-00/23-33/10-00/45-55/32-22/45-55
GB 2	45-55/32-22/45-55/10-00/23-33/10-00
GB 1	

Taula 8: Part fitxa tècnica dels lligats de l' article
Font: Pròpia

- Dibuix dels lligats (**Red Padrón 2**):

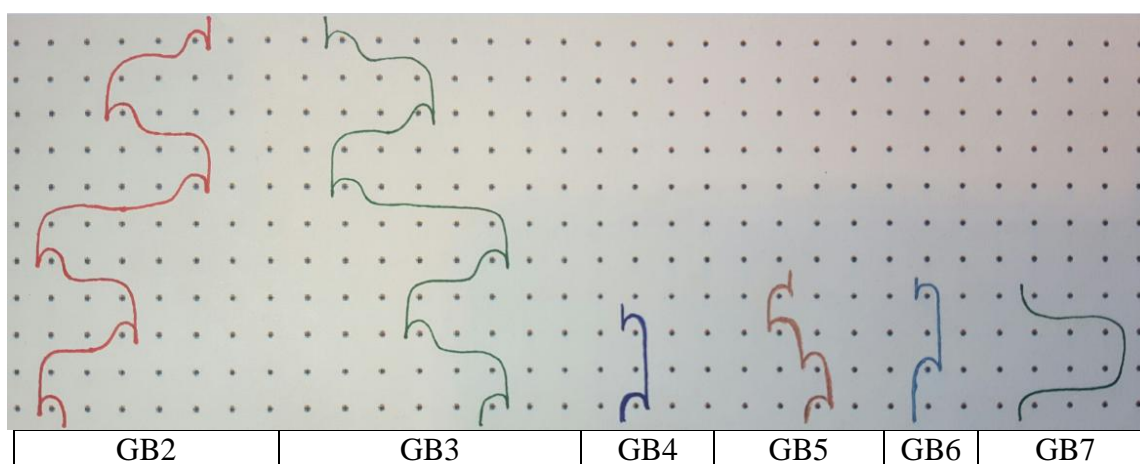
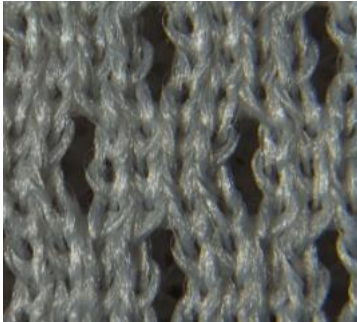
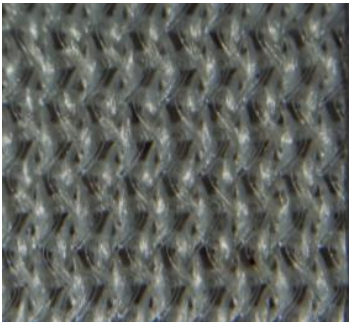
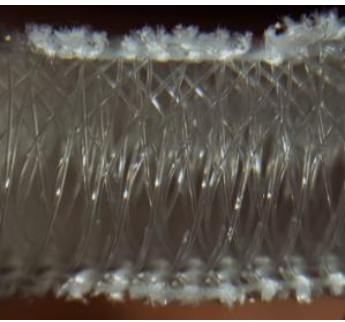


Figura 13: Dibuix dels lligats de l' article
Font: Pròpia

Imatge cara del davant	Imatge cara del darrere	Imatge monofilament
		

Taula 9: Imatge cares de l'article
Font: Pròpia

6. ANÁLISIS DELS RESULTATS I DISCUSIÓ

Resultats de l'assaig de compressió: Norma: UNE 40-402-81 “Resistència a la compressió i recuperació elàstica d’ espessor en els revestiments tèxtils pel sòl”

Per dur a terme l’assaig, prèviament, es van tallar 10 mostres (M) amb la mida indicada per la norma, de cadascun dels quatre teixits. (40 mostres en total)

I es van nombrar amb un número aleatori de la següent forma:

- Kyron 1: K1.1, K1.2, K1.3, etc
- Kyron 2: K2.1, K2.2, K2.3, etc
- Red Padrón 1: RP1.1, RP1.2, RP1.3, etc
- Red Padrón 2: RP2.1, RP2.2, RP2.3, etc

“En que les lletres feien referència a cada teixit juntament amb el primer número, i el segon número feien referència de quina mostra es tractava”

Un cop es va tenir tot preparat, vaig anar agafant aleatòriament les mostres dels quatre teixits i vaig realitzar la primera prova. Després vaig continuar agafant quatre mostres més aleatòries i vaig realitzar la prova número 2. I així successivament fins arribar a la prova número 10. Per tant, vaig barrejar de tal manera que realitzava una prova de cada teixit a la vegada i a més a més amb mostres que no sabia de quin lloc s’havien extret dels teixits.

Això es va realitzar d’aquesta manera per intentar reduir al màxim possible errors a l’hora de fer l’assaig i per fer-ho de la manera més objectiva possible.

Exemple: $N^{\circ}I=M9 \rightarrow$ Assaig número 1 amb la mostra número 9 (K1.9) del Kyron 1

Els gràfics que hi ha a continuació, s'han fet a partir de calcular la mitja dels resultats obtinguts en cada teixit, d'aquesta manera es minimitza l'error que hi pugui haver en alguna mostra.

KYRON 1							
Ordre assaig	Pesos empleats (Kg)						Percentatge de recuperació de la compressió
	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2	
Nº1= M9	0,584	0,582	0,560	0,534	0,512	0,506	-15,415
	0,584	0,578	0,554	0,526	0,504	-	
Nº2= M7	0,558	0,554	0,552	0,534	0,516	0,506	-10,277
	0,558	0,552	0,536	0,536	0,508	-	
Nº3= M5	0,568	0,566	0,556	0,544	0,524	0,510	-11,373
	0,568	0,548	0,546	0,538	0,512	-	
Nº4= M2	0,570	0,568	0,536	0,504	0,498	0,476	-19,748
	0,570	0,566	0,524	0,502	0,506	-	
Nº5= M4	0,568	0,566	0,556	0,536	0,536	0,506	-12,253
	0,568	0,556	0,534	0,516	0,514	-	
Nº6= M8	0,580	0,576	0,558	0,510	0,504	0,502	-15,538
	0,580	0,576	0,556	0,524	0,500	-	
Nº7= M10	0,558	0,554	0,536	0,526	0,514	0,508	-9,842
	0,558	0,548	0,530	0,522	0,508	-	
Nº8= M6	0,556	0,552	0,536	0,528	0,510	0,486	-14,403
	0,556	0,550	0,538	0,522	0,498	-	
Nº9= M1	0,586	0,582	0,518	0,506	0,486	0,482	-21,577
	0,586	0,578	0,502	0,504	0,478	-	
Nº10= M3	0,568	0,566	0,554	0,548	0,524	0,494	-14,980
	0,568	0,556	0,550	0,550	0,522	-	
Mitja=	0,5744	0,5566	0,5462	0,5270	0,5124	0,4976	-15,434
Mitja=	0,5744	0,5508	0,5370	0,5240	0,5050	-	

Valors pressió ascendent
 Valors pressió descendent
 Resultats del percentatge de recuperació de la compressió

Taula 10: Valors assaig Kyron 1
Font: Pròpia

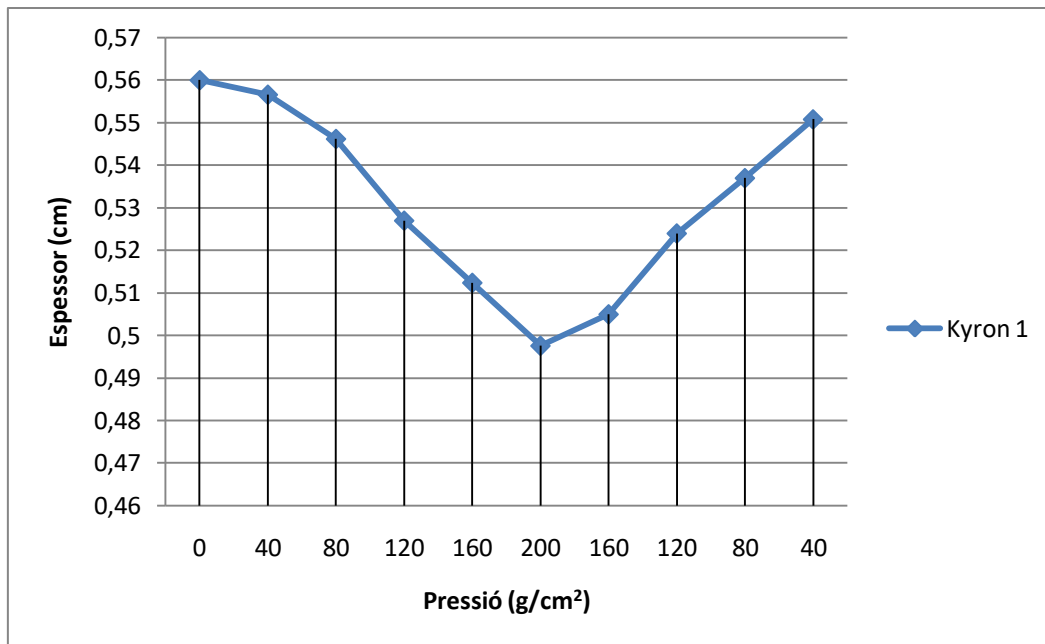


Figura 14: Gràfic de les mitjanes del Kyron 1 (Espessor vs. Pressió)
Font: Pròpia

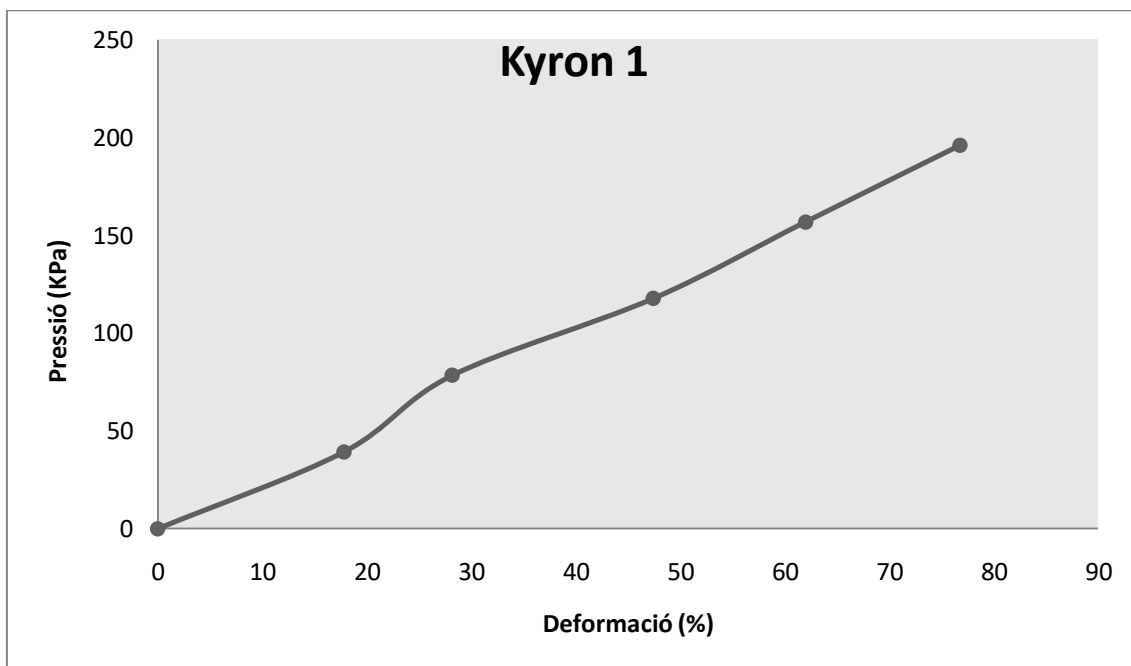


Figura 15: Gràfic de les mitjanes del Kyron 1 (Pressió vs. Deformació)
Font: Pròpia

KYRON 2							
Ordre assaig	Pesos empleats (Kg)						Percentatge de recuperació de la compressió
	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2	
Nº1= M7	0,418	0,414	0,406	0,388	0,372	0,372	-12,366
	0,418	0,412	0,400	0,382	0,372	-	
Nº2= M10	0,414	0,410	0,408	0,386	0,382	0,372	-11,290
	0,414	0,412	0,398	0,384	0,380	-	
Nº3= M3	0,414	0,412	0,396	0,392	0,374	0,372	-11,290
	0,414	0,406	0,388	0,386	0,376	-	
Nº4= M9	0,410	0,402	0,386	0,386	0,366	0,368	-11,413
	0,410	0,402	0,382	0,382	0,356	-	
Nº5= M5	0,414	0,400	0,396	0,392	0,366	0,364	-14,286
	0,414	0,412	0,388	0,386	0,360	-	
Nº6= M1	0,430	0,428	0,426	0,398	0,386	0,366	-17,486
	0,430	0,416	0,422	0,394	0,382	-	
Nº7= M40	0,410	0,408	0,406	0,386	0,374	0,370	-10,810
	0,410	0,402	0,402	0,380	0,372	-	
Nº8= M6	0,408	0,406	0,402	0,374	0,370	0,372	-9,677
	0,408	0,400	0,398	0,372	0,370	-	
Nº9= M2	0,420	0,416	0,406	0,384	0,378	0,376	-11,702
	0,420	0,414	0,400	0,378	0,376	-	
Nº10= M8	0,410	0,406	0,406	0,309	0,378	0,368	-11,413
	0,410	0,406	0,404	0,312	0,366	-	
Mitja=	0,4148	0,4102	0,4038	0,3795	0,3746	0,3700	-12,108
Mitja=	0,4148	0,4082	0,3982	0,3756	0,3710	-	

Valors pressió ascendent
 Valors pressió descendent
 Resultats del percentatge de recuperació de la compressió

Taula 11: Valors assaig Kyron 2
Font: Pròpia

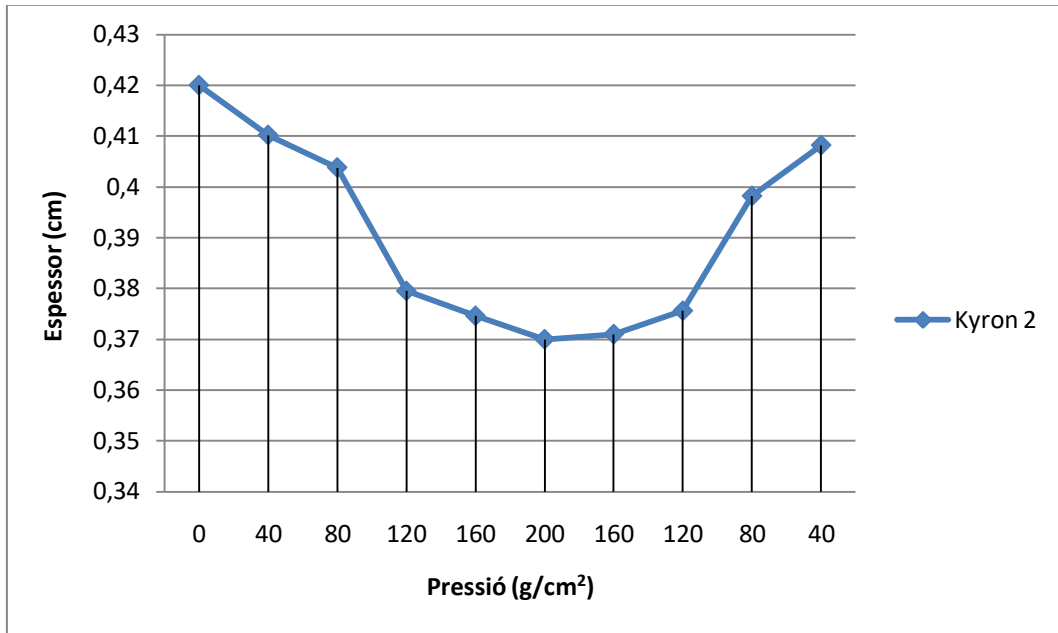


Figura 16: Gràfic de les mitjanes del Kyron 2 (Espessor vs. Pressió)
Font: Pròpia

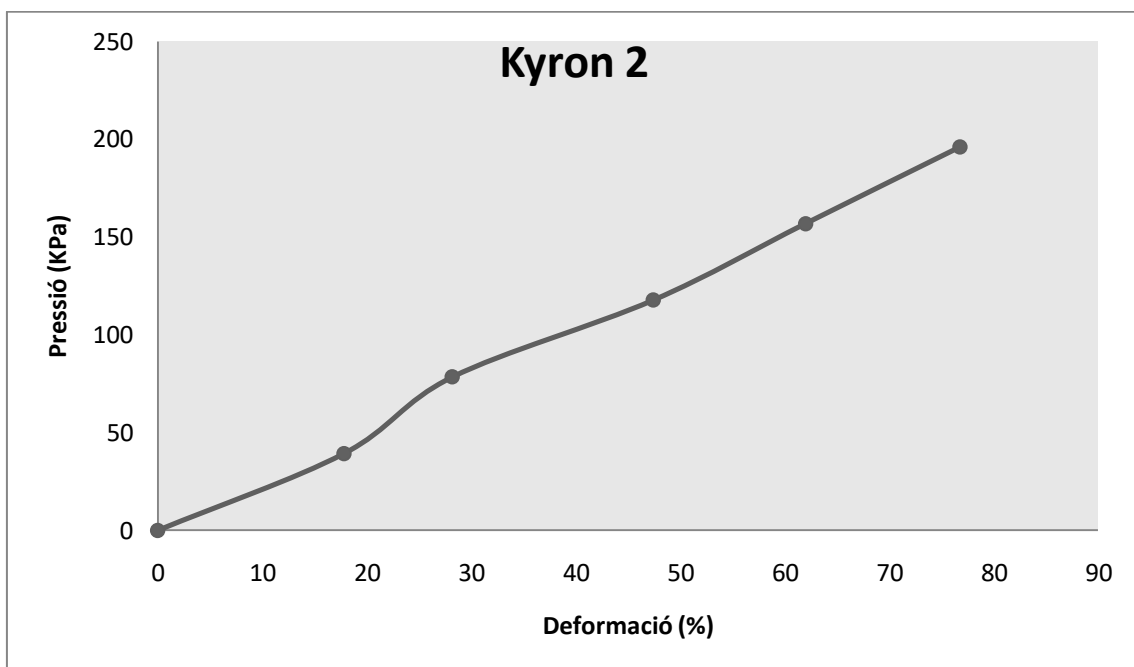


Figura 17: Gràfic de les mitjanes del Kyron 1 (Pressió vs. Deformació)
Font: Pròpia

RED PADRÓN 1							
Ordre assaig	Pesos empleats (Kg)						Percentatge de recuperació de la compressió
	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2	
Nº1= M6	0,748	0,746	0,708	0,632	0,382	0,278	-169,065
	0,748	0,740	0,698	0,630	0,382	-	
Nº2= M9	0,770	0,768	0,706	0,516	0,572	0,332	-131,930
	0,770	0,766	0,698	0,500	0,578	-	
Nº3= M3	0,750	0,746	0,616	0,582	0,458	0,298	-151,678
	0,750	0,742	0,596	0,574	0,438	-	
Nº4= M5	0,742	0,736	0,698	0,672	0,456	0,326	-127,607
	0,742	0,724	0,688	0,668	0,458	-	
Nº5= M2	0,768	0,764	0,626	0,526	0,452	0,302	-154,305
	0,768	0,770	0,624	0,526	0,528	-	
Nº6= M10	0,770	0,764	0,746	0,696	0,478	0,308	-150,000
	0,770	0,768	0,742	0,700	0,462	-	
Nº7= M4	0,770	0,768	0,636	0,666	0,476	0,298	-158,390
	0,770	0,746	0,606	0,642	0,488	-	
Nº8= M8	0,760	0,758	0,716	0,648	0,398	0,266	-185,714
	0,760	0,748	0,698	0,628	0,388	-	
Nº9= M1	0,734	0,722	0,638	0,478	0,374	0,298	-146,309
	0,734	0,702	0,628	0,466	0,368	-	
Nº10= M7	0,752	0,748	0,682	0,652	0,400	0,312	-141,026
	0,752	0,730	0,662	0,638	0,388	-	
Mitja=	0,7564	0,7520	0,6772	0,6068	0,4446	0,3018	-150,630
Mitja=	0,7564	0,7436	0,6640	0,5972	0,4478	-	

Valors pressió ascendent
 Valors pressió descendent
 Resultats del percentatge de recuperació de la compressió

Taula 12: Valors assaig Red Padrón 1
Font: Pròpia

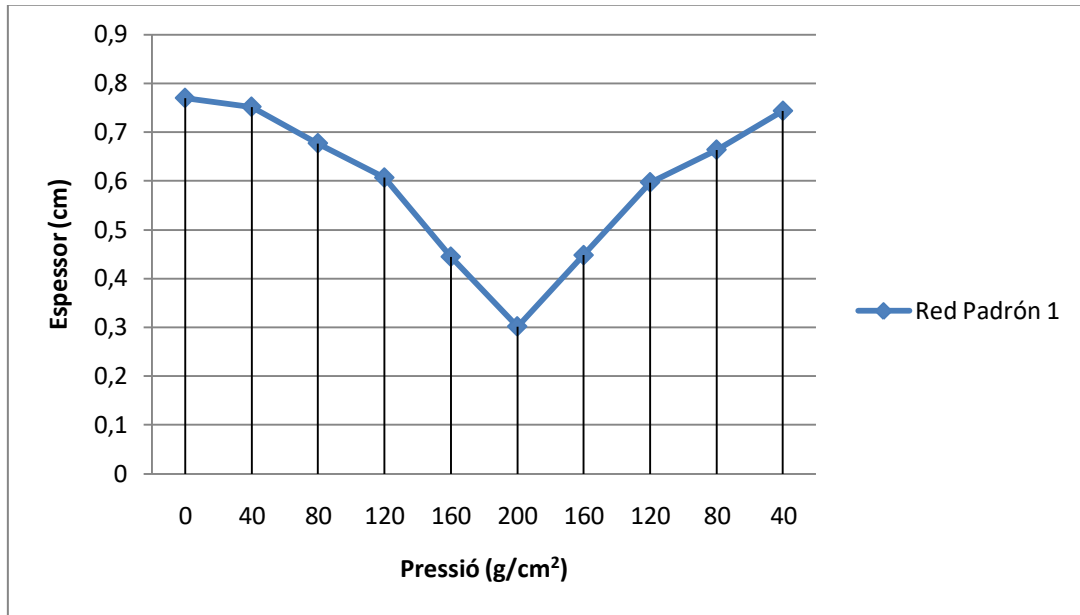


Figura 18: Gràfic de les mitjanes del Red Padrón 1 (Espessor vs. Pressió)
Font: Pròpia

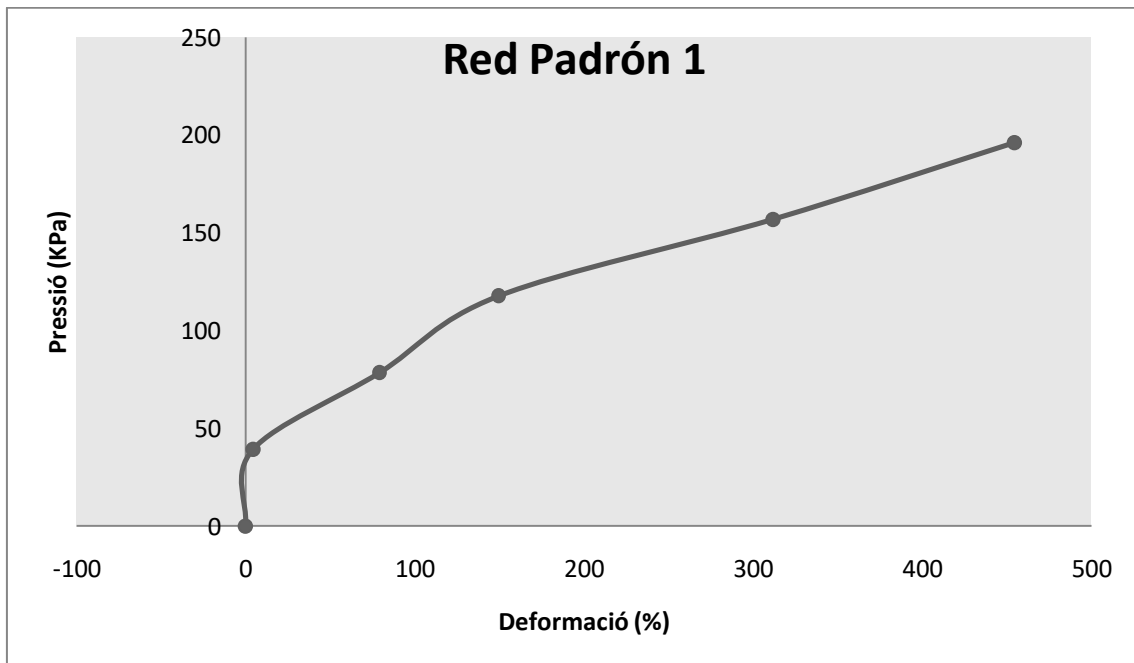


Figura 19: Gràfic de les mitjanes del Red Padrón 1 (Pressió vs. Deformació)
Font: Pròpia

RED PADRÓN 2							
Ordre assaig	Pesos empleats (Kg)						Percentatge de recuperació de la compressió
	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2	
Nº1= M6	0,760	0,756	0,728	0,760	0,647	0,602	-26,246
	0,760	0,746	0,718	0,724	0,632	-	
Nº2= M5	0,768	0,762	0,710	0,686	0,674	0,578	-32,872
	0,768	0,758	0,698	0,686	0,662	-	
Nº3= M8	0,770	0,768	0,746	0,746	0,700	0,666	-15,616
	0,770	0,756	0,734	0,732	0,688	-	
Nº4= M10	0,752	0,748	0,718	0,698	0,662	0,646	-16,409
	0,752	0,722	0,700	0,668	0,648	-	
Nº5= M2	0,770	0,768	0,732	0,702	0,660	0,596	-29,194
	0,770	0,762	0,706	0,702	0,692	-	
Nº6= M4	0,762	0,756	0,736	0,682	0,660	0,622	-22,508
	0,762	0,752	0,736	0,694	0,588	-	
Nº7= M1	0,768	0,766	0,742	0,698	0,696	0,656	-17,073
	0,768	0,756	0,740	0,664	0,662	-	
Nº8= M9	0,768	0,764	0,714	0,702	0,670	0,638	-20,376
	0,768	0,764	0,704	0,698	0,668	-	
Nº9= M3	0,758	0,754	0,714	0,684	0,672	0,628	-20,701
	0,758	0,728	0,718	0,674	0,664	-	
Nº10= M7	0,760	0,758	0,708	0,706	0,686	0,678	-12,094
	0,760	0,744	0,702	0,700	0,668	-	
Mitja=	0,7636	0,7600	0,7248	0,7064	0,6727	0,6310	-21,014
Mitja=	0,7636	0,7488	0,7024	0,6574	0,5970	-	

Valors pressió ascendent
 Valors pressió descendent
 Resultats del percentatge de recuperació de la compressió

Taula 13: Valors assaig Red Padrón 2
Font: Pròpia

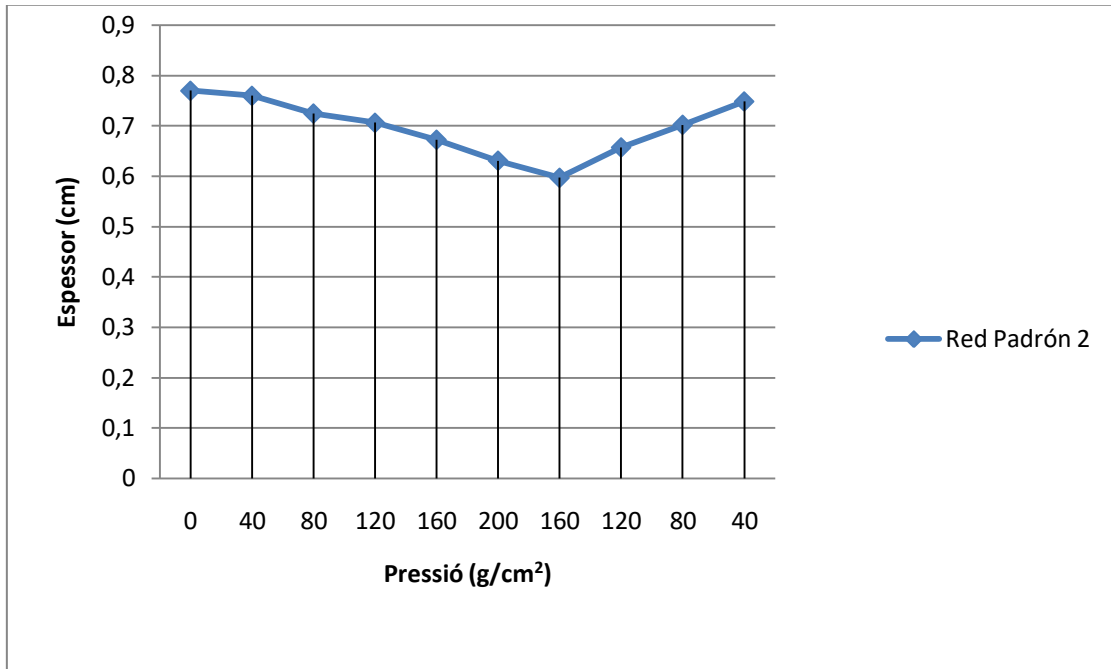


Figura 20: Gràfic de les mitjanes del Red Padrón 2 (Espessor vs. Pressió)
Font: Pròpia

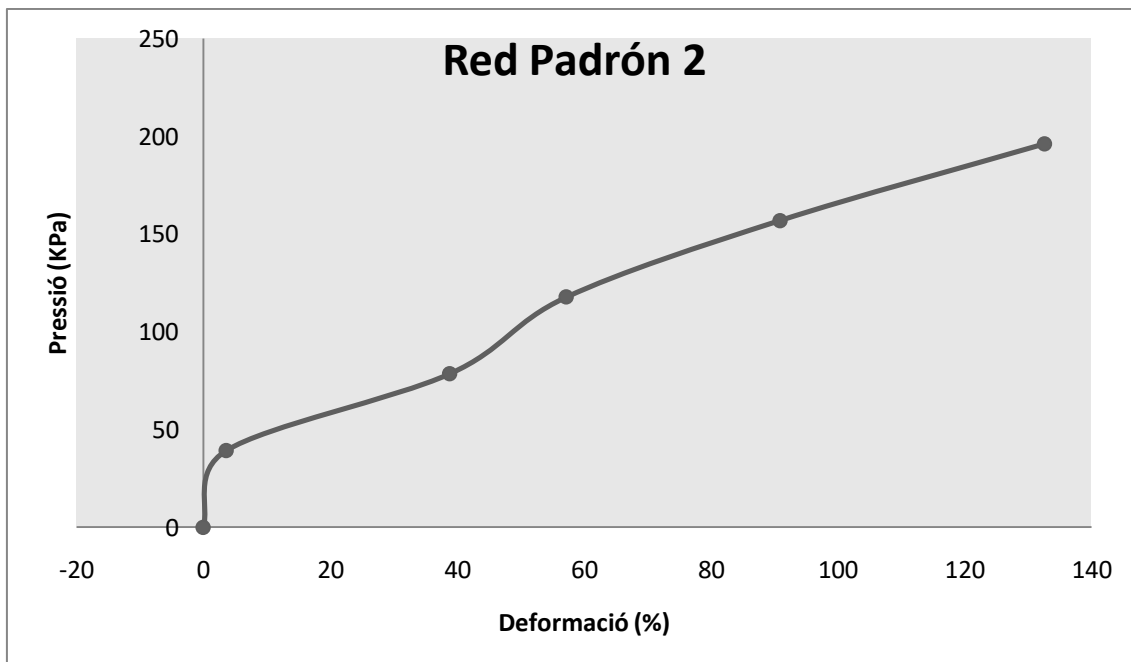


Figura 21: Gràfic de les mitjanes del Red Padrón 2 (Pressió vs. Deformació)
Font: Pròpia

Anàlisi dels resultats obtinguts:

- Comparació del comportament de les estructures Kyron 1 i 2:

Aquestes dos estructures, es comporten de forma similar, el que suggereix que el gruix no afecta al comportament, tal i com es pot observar en la següent figura:

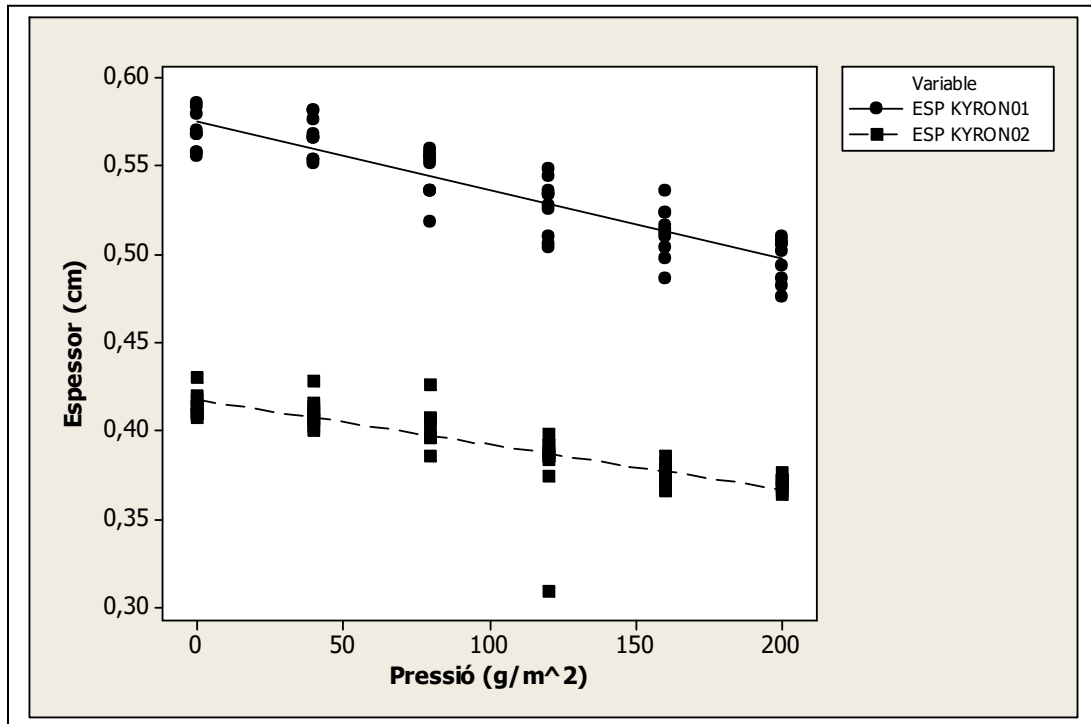


Figura 22: Gràfic comparació del comportament de les dues estructures
Font: Pròpia

- Comparació del comportament de les estructures Red Padrón 1 i 2:

En canvi, aquestes estructures, es comporten de forma diferent. A mesura que augmenta la pressió, la disminució d'espessor és major en el cas del Red Padrón 1 que en el Red Padrón 2, per tant, suggereix que l'angle d'unió afecta al comportament de les estructures 3D, tal i com podem observar en la següent figura:

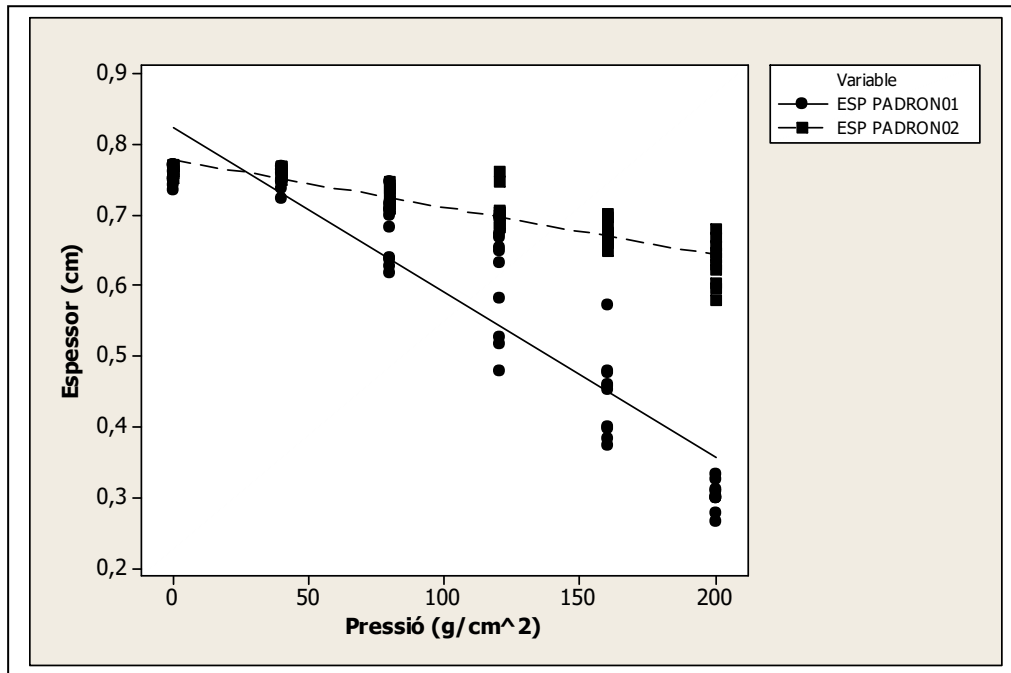


Figura 23: Gràfic comparació del comportament de les dues estructures
Font: Pròpia

- Model de compressió Kyron 1:

Regressió simple – Espessor vs. Pressió:

Variable dependent: Espessor KY1 (cm)

Variable independent: Pressió (g/cm²)

Lineal: $Y=a+b*X$

Coefficients:

	Mínims Quadrats	Estàndard	Estadístic	
Paràmetre	Estimat	Error	T	Valor-P
Intercepte	0,575267	0,00301621	190,725	0,0000
Pendents	-0,000387	0,0000249055	-15,5387	0,0000

Taula 14: Coeficients model compressió Kyron 1
Font: Pròpia

Anàlisi de Variància:

Font	Suma de Quadrats	Gl	Quadrat Mig	Raó-F	Valor-P
Model	0,0419353	1	0,0419353	241,45	0,0000
Residu	0,0100734	58	0,00017368		
Total (Corr.)	0,0520087	59			

Taula 15: Valors anàlisi variància Kyron 1
Font: Pròpia

Coefficient de correlació = -0,897949

R-quadrada= 80,6313 %

R-quadrada (ajustat per g.l)= 80,2974%

L'equació ajustada:

$$\text{Espessor} = 0,575267 - 0,000387 * \text{Pressió}$$

Donat que el valor-P en la taula és menor a 0,05, existeix una relació estadísticament significativa entre Espessor i Pressió amb un nivell de confiança del 95,0%.

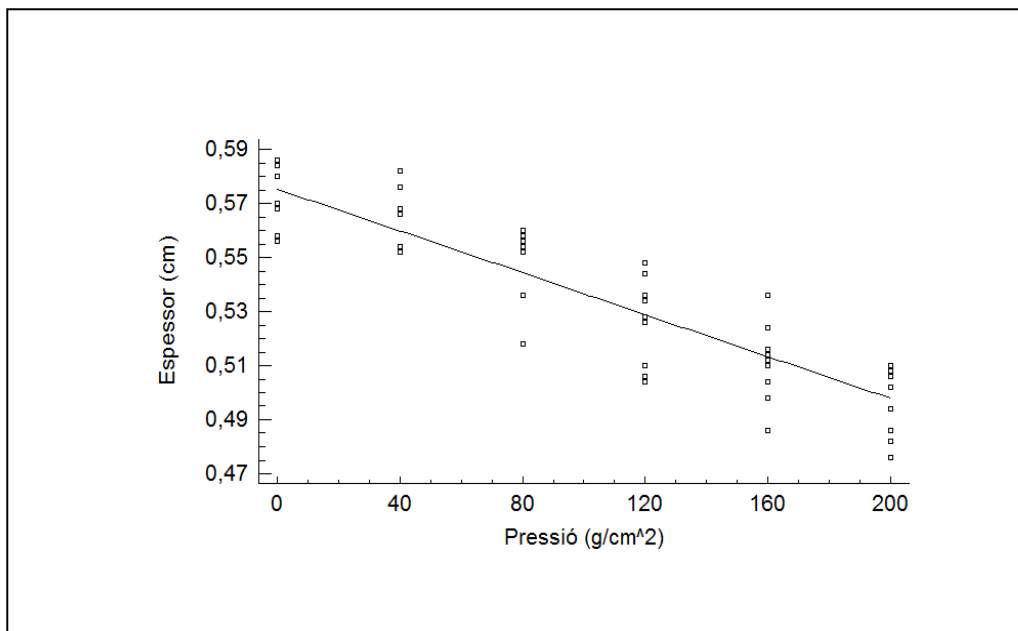


Figura 24: Gràfic model compressió Kyron 1
Font: Pròpia

- Model de compressió Kyron 2:

Regressió simple –Espessor vs. Pressió:

La independència lineal de l'espessor respecte la pressió es mostra en la següent figura:

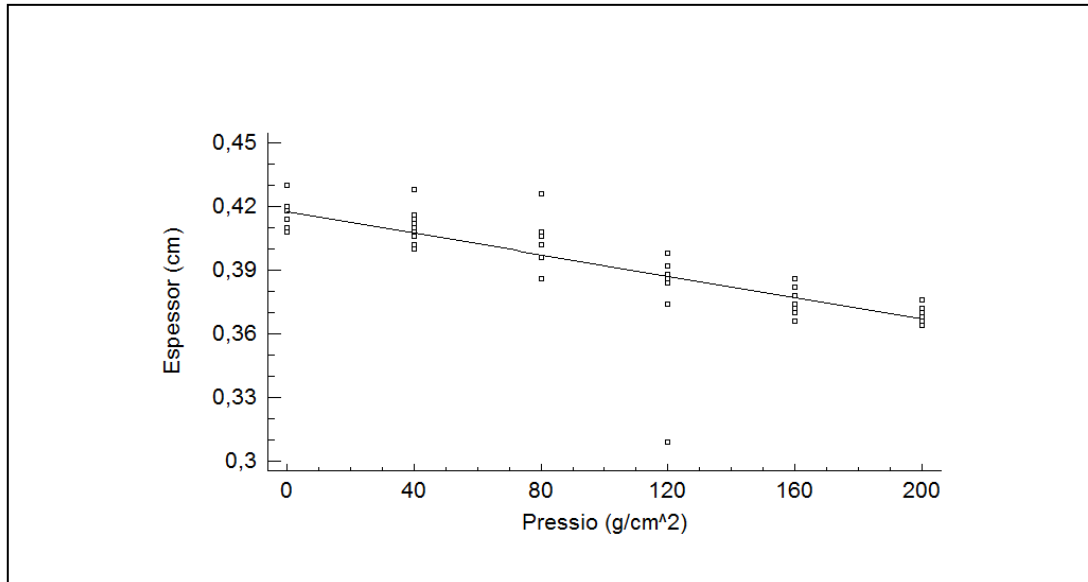


Figura 25: Gràfic model compressió Kyron 2, amb 2 punts atípics
Font: Pròpia

En aquest cas, existeixen dos punts atípics, en que el seu residu estudiat és superior a 3, per tant, considerem eliminar-los.

Regressió simple – Espessor vs. Pressió:

Variable depenent: Espessor KY2 (cm)

Variable independent: Pressió (g/cm²)

Lineal: $Y=a+b*X$

Coefficients:

	Mínims Quadrats	Estàndard	Estadístic	
Paràmetre	Estimat	Error	T	Valor-P
Intercepte	0,417599	0,0015826	263,869	0,0000
Pendent	-0,000245989	0,0000130028	-18,918	0,0000

Taula 16: Coeficients model compressió Kyron 2
Font: Pròpia

Anàlisi de Variància:

Font	Suma de Quadrats	Gl	Quadrat Mig	Raó-F	Valor-P
Model	0,0168945	1	0,0168945	357,89	0,0000
Residu	0,00264351	56	0,0000472055		
Total (Corr.)	0,019538	57			

Taula 17: Valors anàlisi variància Kyron 2
Font: Pròpia

Coefficient de correlació= -0,929892

R-quadrada= 86,4699%

R-quadrat (ajustat per g.l)= 86,2283%

L'equació del model ajustat és:

$$\text{Espessor} = 0,417599 - 0,000245989 * \text{Pressió}$$

Donat que el valor-P en la taula és menor a 0,05, existeix una relació estadísticament significativa entre Espessor i Pressió amb un nivell de confiança del 95,0%.

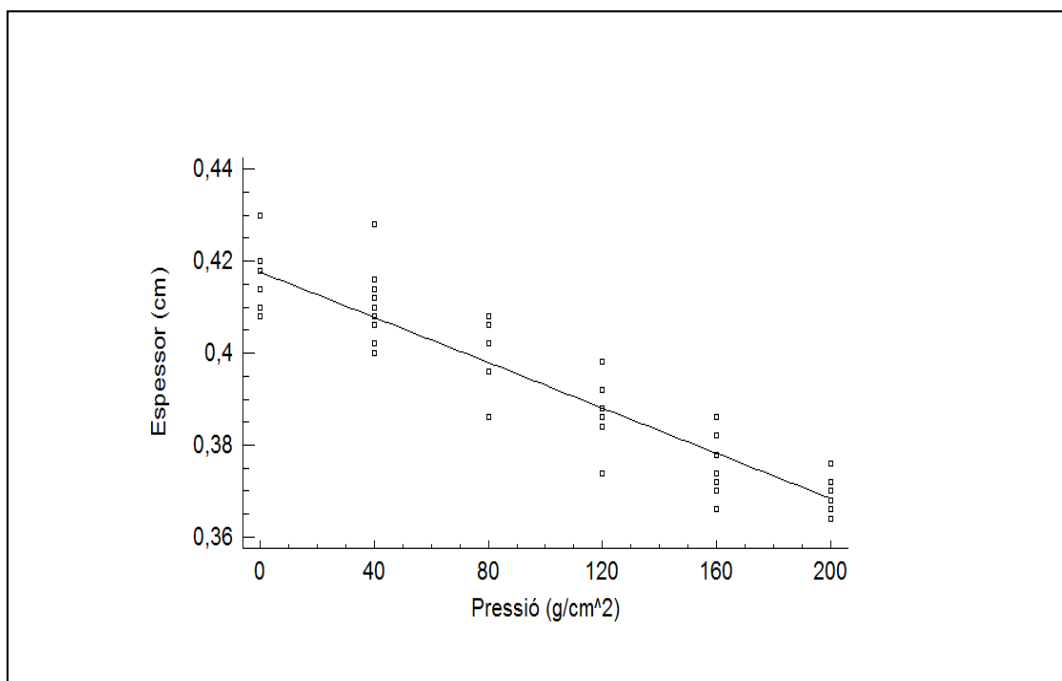


Figura 26: Gràfic model compressió Kyron 2
Font: Pròpia

- Model de compressió del Red Padrón 1:

Regressió Polinomial- Espessor vs. Pressió:

Variable dependent: Espessor RP1 (cm)

Variable independent: Pressió (g/cm²)

Ordre del polinomi= 2

		Error	Estadístic	
Paràmetre	Estimat	Estàndard	T	Valor-P
Constant	0,761057	0,0129649	58,7015	0,0000
Pressió	-0,00000757143	0,000304878	-0,0248343	0,9803
Pressió²	-0,000011625	0,00000146324	-7,94472	0,0000

Taula 18: Valors model compressió Red Padrón 1
Font: Pròpia

Anàlisis de Variància:

Font	Suma de Quadrats	G1	Quadrat Mig	Raó-F	Valor-P
Model	1,65261	2	0,826304	403,81	0,0000
Residual	0,116638	57	0,00204628		
Total (Corr.)	1,76925	59			

Taula 19: Valors anàlisis variància Red Padrón 1
Font: Pròpia

R-quadrada= 93,4075%

R-quadrat (ajustat pel g.l)= 93,1761%

L'equació del model ajustat és:

$$\text{Espessor} = 0,761057 - 0,00000757143 * \text{Pressió} - 0,000011625 * \text{Pressió}^2$$

Donat que el valor-P es la taula es menor a 0,05, existeix una relació estadísticament significativa entre Espessor i Pressió amb un nivell de confiança del 95%.

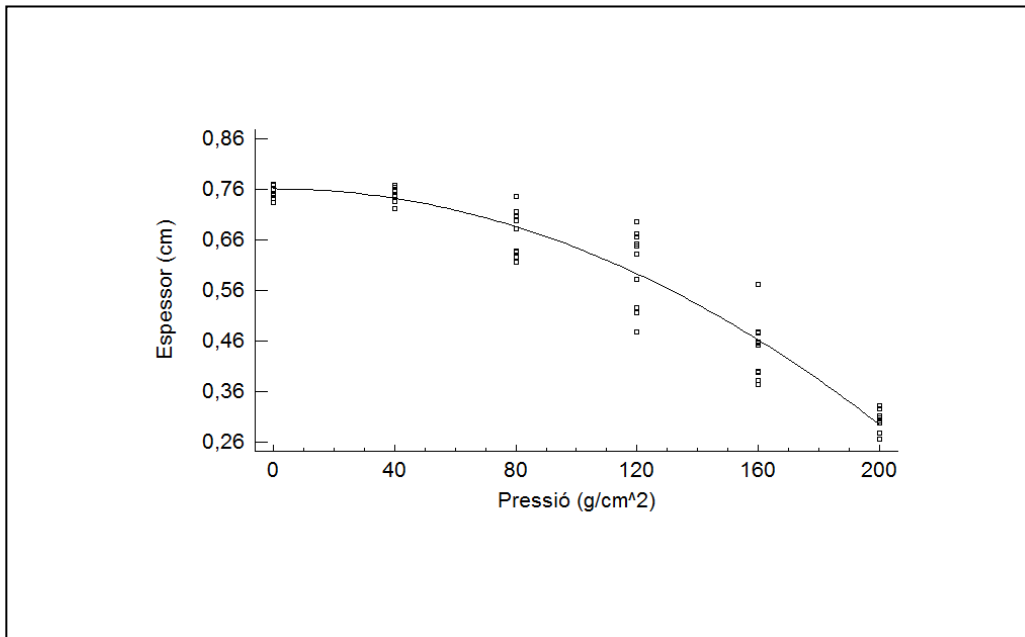


Figura 27: Gràfic model compressió Red Padrón 1
Font: Pròpia

- Model de compressió Red Padrón 2:

La dependència de l'espessor respecte a la compressió es mostra en la següent figura:

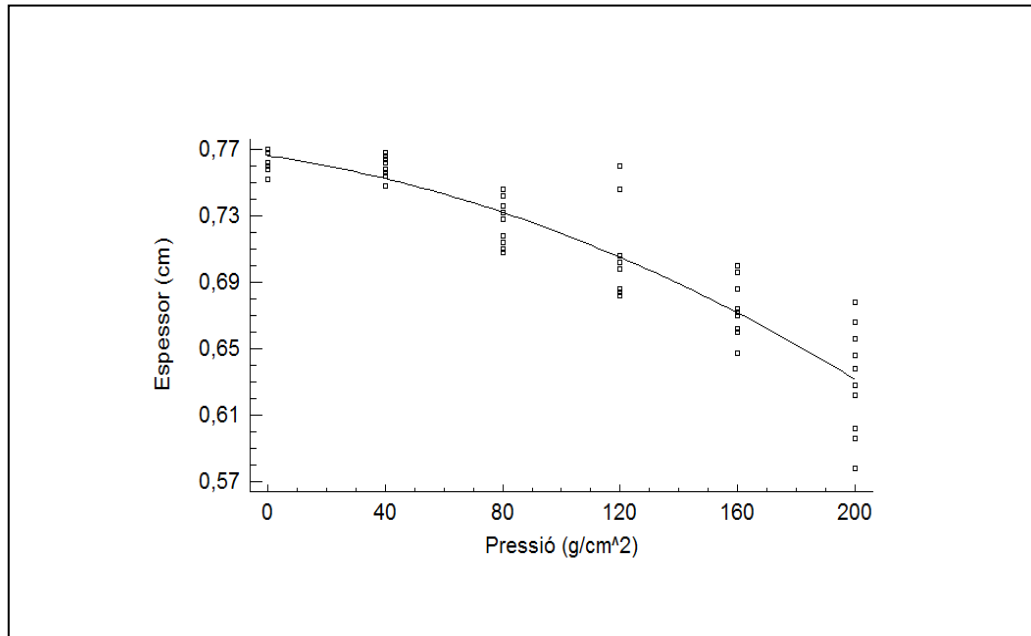


Figura 28: Gràfic model compressió Red Padrón 2, amb 2 punts atípics
Font: Pròpia

Com que existeixen dos punts atípics en que els residus estudiats són superiors a 3, es considera eliminar-los.

Regressió Polinomial- Espessor vs. Pressió:

Variable depenent: Espessor RP1 (cm)

Variable independent: Pressió (g/cm^2)

Ordre del polinomi= 2

		Error	Estadístic	
Paràmetre	Estimat	Estàndard	T	Valor-P
Constant	0,767585	0,00480754	159,663	0,0000
Pressió	-0,000361122	0,000114783	-3,14612	0,0027
Pressió²	-0,00000147983	5,55433E-7	-2,66428	0,0101

Taula 20: Valors model compressió Red Padrón 2
Font: Pròpia

Anàlisi de la Variància:

Font	Suma de Quadrats	Gl	Quadrat Mitg	Raó-F	Valor-P
Model	0,117412	2	0,0587058	209,50	0,0000
Residual	0,0154121	55	0,00028022		
Total (Corr.)	0,132824	57			

Taula 21: Valors anàlisi variància Red Padrón 2
Font: Pròpia

R-quadrada= 88,3966%

R-quadrat (ajustada pel g.l)= 87,9746%

L'equació del model ajustat és:

$$\text{Espessor} = 0,767585 - 0,000361122 * \text{Pressió} - 0,00000147983 * \text{Pressió}^2$$

Donat que el valor-P en la taula es menor a 0,05, existeix una relació estadísticament significativa entre Espessor i Pressió amb un nivell de confiança del 95%.

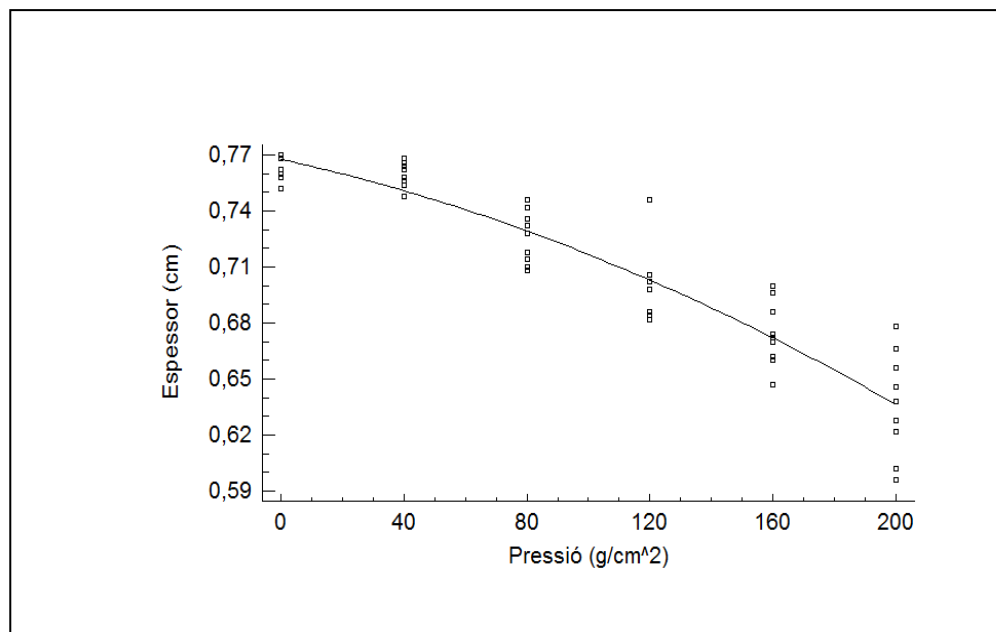


Figura 29: Gràfic model compressió Red Padrón 2
Font: Pròpia

- Comparació dels models:

Les estructures Kyron 1 i 2 segueixen un model de regressió lineal, mentre que les estructures Red Padrón 1 i 2 segueixen un model de regressió polinomial d'ordre 2.

A continuació, és procedirà a contrastar mitjançant una prova estadística de comparació de mitges si el comportament del teixit Kyron 1 és diferent al del Kyron 2.

Les hipòtesis plantejades són:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

L'estadístic que s'utilitza és la t de Student:

$$t_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S_{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}}$$

Per calcular la desviació estàndard de la diferència de mitges es contrasta si les variacions són iguals; per tant es planteja la hipòtesis següent:

$$H_0: \Theta_1^2 = \Theta_2^2$$

$$H_1: \Theta_1^2 \neq \Theta_2^2$$

L'estadístic que s'utilitza és la F de Fischer:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$F_0 = \frac{(3,86036)^2}{(2,2049)^2} = 3,07$$

El valor de 3,07 li correspon un valor-P de 0,111, per tant, es conclou que no es pot rebutjar l'hipòtesis nul·la.

Prova d'igualtat de mitges:

$$t_0 = \frac{2,36730}{3,1436 * \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}}} = 1,38$$

El valor 1,38 li correspon un valor-P de 0,109 per tant, no podem rebutjar la hipòtesi nul·la i es conclou que no hi ha diferències significatives en el comportament a la resiliència de la compressió de les dues estructures analitzades i per tant, acceptem la igualtat de mitges, tal i com s'havia vist a la figura de la pàgina 36..

Aquesta conclusió la visualitzem en el següent figura:

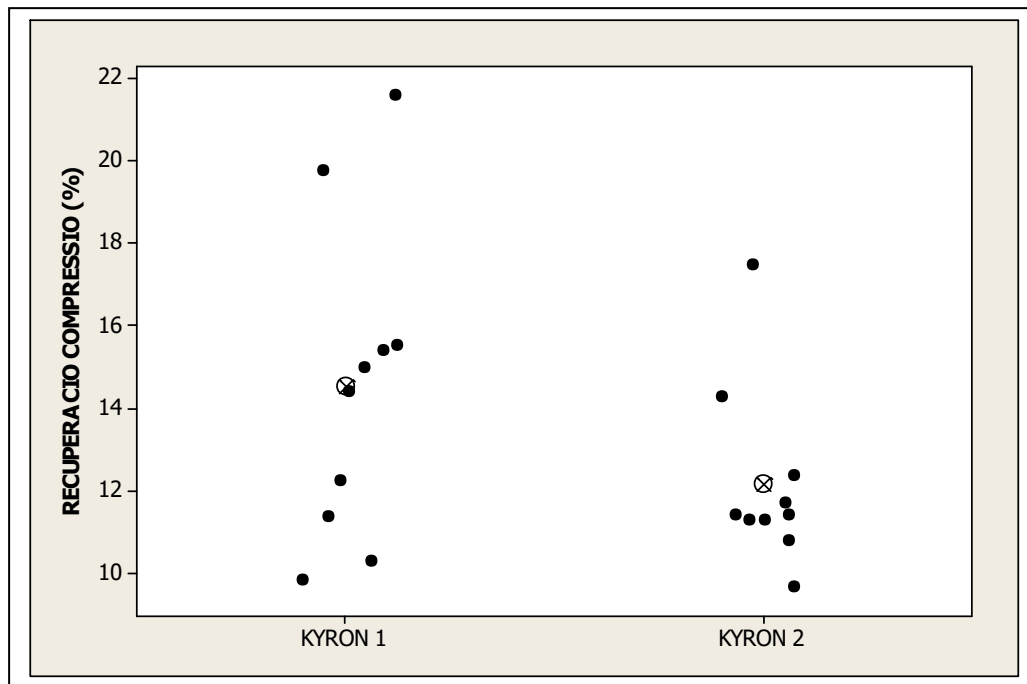


Figura 30: Gràfic resultats recuperació a la compressió de les dues estructures
Font: Pròpia

Aquest estadístic no es distribueix exactament com t, no obstant, t és una bona aproximació si s'utilitza per els graus de llibertat

$$v = \frac{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1-1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2-1}}, \text{ en que: } v = 12$$

Contrast mitjançant la mateixa prova estadística de comparació de mitges que en el cas anterior, però aquest cop per les estructures Red Padrón 1 i Red Padrón 2.

Prova d'igualtat de variàncies:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$F_o = \frac{(17,0853)^2}{(6,5167)^2} = 6,87$$

El valor de 6,87 li correspon un valor-P de 0,008, per tant, es rebutja l'hipòtesis nul·la.

Prova d'igualtat de mitges:

$$t_o = \frac{130,294}{\sqrt{\frac{(17,0853)^2}{10} + \frac{(6,5167)^2}{10}}} = 22,53$$

Amb 11 graus de llibertat ($v = 11$)

El valor 22,53 li correspon un valor-P de 0,0000 per tant, es rebutja l'hipòtesis nul·la i es conclou que hi ha diferències significatives de les dues estructures respecte a la resiliència a la compressió.

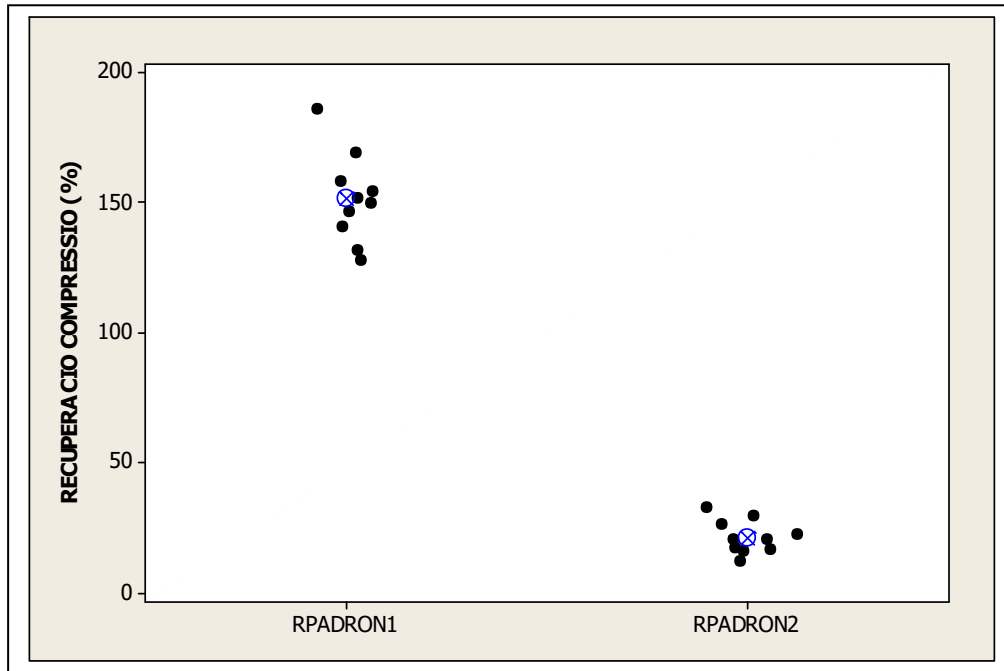


Figura 31: Gràfic resultats recuperació a la compressió de les dues estructures
 Font: Pròpia

Una manera de quantificar la magnitud de la diferència en termes més interpretables, és convertir el valor t en un coeficient de correlació biserial-puntual:

$$\Gamma_{bp} = \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + (n_1 + n_2 - 2)}}$$

$$\Gamma_{bp} = \sqrt{\frac{22,35^2}{22,35^2 + (10 + 10 - 2)}} = 0,9827$$

Per tant, es pot dir que el 98,3% de la variabilitat de les dades s'explica per la pertinença a un o altre grup.

7.CONCLUSIONS

Gràcies a l'estudi realitzat, s'arriba a les següents conclusions:

En primer lloc, el comportament dels dos teixits, es veu clarament afectat amb el dibuix del lligament del fil de monofilament, de tal forma, que podem afirmar que l'angle d'aquest monofilament és crucial; ja que si és molt vertical, els teixits pateixen un esforç de cisallament, i com a conseqüència disminueix la seva resistència a la compressió. Però d'altre banda, si aquest angle és massa horitzontal, facilitem l'aixafament del teixit, ja que els propis monofilaments quasi no aporten una resistència vertical davant la compressió.

Com a segon punt, cal destacar, en el nostre cas particular, que la diferència de gruix no afecta en els resultats sobre la resistència a la compressió, per tant, variar la separació de fontures a l'hora de teixir, no es veurà reflectit en un augment de la seva resistència.

Però, és possible, que si realitzéssim una separació molt gran, la seva resistència es veies disminuïda, ja que al ser una distància tant elevada, els fils de monofilament no oferirien gaire resistència ja que es doblarien.

En relació a les dues conclusions anteriors, cal dir, que en el cas dels teixits: Kyron 1 i Kyron 2, el seu comportament ha sigut el mateix. Això recolza la segona conclusió que s'ha extret.

En canvi, en el cas dels teixits: Red Padrón 1 i Red Padrón 2, la diferència en el seu comportament és prou significativa per dir que si es vol millorar la resistència a la compressió d'un Spacer-Fabric, s'ha de modificar obligatòriament el tipus de lligat del pinta o pintes d'unió.

Per altre banda, cal recordar, que l'ús de monofilament és millor que utilitzar un fil texturat o paral·lel, ja que com s'ha vist en altres estudis, els monofilaments aporten major resistència a la compressió que els altres.

També s'ha de comentar, que la corba de pressió vs. Deformació s'ha apartat de la corba teòrica d'altres estudis, que en un principi s'havia cregut que seguiria (una part lineal, una altre de plana i una altre part lineal amb molt pendent). Aquest fet, pot venir motivat per la gama de pressions en que s'ha realitzat l'assaig.

Comparant el model plantejat “figura 4” amb les dues estructures: Kyron 1 “figura 15” i Kyron 2 “figura 17”, podem observar com hi ha petites diferències en la corba, tot i que sembla que segueixi una evolució similar però menys pronunciada, és a dir, molt més plana.

En canvi, en les estructures Red Padrón: Red Padrón 1 “figura 19” i Red Padrón 2 “figura 21”, es pot veure com al inici de la corba és molt diferent a la del model “figura 4”, té un augment molt més pronunciat i a continuació continua creixent de manera més suau.

Per tant, és evident, que en cap dels dos casos, s'acaba comportant de la forma que s'esperava segons el model havíem plantejat.

A més a més, entre els teixits (Kyron 1 i 2 vs. Red Padrón 1 i 2) tampoc segueixen el mateix comportament al començar la corba, per tant, aquest fet reafirma la conclusió que aquests teixits no tenen el mateix comportament davant les forces de compressió, i que per tant, actuen diferent.

Finalment, amb aquest treball, s'ha pogut posar en pràctica tots els coneixements adquirits durant el grau: Enginyeria de Tecnologia i Disseny Tèxtil i també l'experiència que he obtingut al treballar a l'empresa Tejidos indesmallables Geisa Group Grabisa.

8.BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Michael, E. Adaptada i ampliada per: Planagomá, J. (1956). *Género de punto por urdimbre*. Barcelona, Ed. Montesó.

B. K. Behera i P. K. Hari. *Woven textile structure*. Woodhead Publishing Series in Textiles: Numer 115.

Sheikhzadeh, M; Ghane, M; Eslamian, Z i Pirzadeh, E. (2010). *A modeling study on the lateral compressive behaviour of spacer fabrics*. The journal of The Textile Institute, Vol. 101, No. 9, September, 795-800.

Xu-hong, M i Ming-qiao, G.(2008). *The compression behaviour of warp knitted spacer-fabrics*. Fibres & Textiles in Eastern Europe, January/March, Vol. 16, No.1 (66)

Woodson, J. (2009). *Spacer fabrics utilized in active wear*. Formation and structure of Woven and Knitted Fabrics-TT553.

MATERIAL D'ASSIGNATURES

Material utilitzat a l'assignatura Disseny d'Estructures Laminars de Malla.

WEBGRAFIA

<http://www.jeffjournal.org>

<http://springscreative.com/products/spacerfabric/>

<http://textilelearner.blogspot.com.es/2013/12/knitted-fabrics-for-industrial.html>

<http://www.instron.com.ar/es-ar/our-company/library/glossary/c/compressive-strength>

https://books.google.es/books?id=1M6jBQAAQBAJ&pg=PA274&lpg=PA274&dq=apolda+raschel+machine&source=bl&ots=ORzNG1Toyx&sig=3a8Cf8t9JPLIHBE_CILmqUHcqW8&hl=ca&sa=X&ved=0ahUKEwjg_vy-5NDPAhUBXRoKHTPjD08Q6AEIGzAA#v=onepage&q&f=false

<https://es.scribd.com/doc/221964706/Laboratorio-de-Resistencia-de-Materiales-Compresion-2>

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.es/2011/06/propiedades-mecanicas.html>

PROVEÏDORS

Karl Mayer:

- Manual Raschel RD 7/2-12 EL
 - Manual para el operador, Versión 3.0 / Spanisch
 - Instrucciones de servicio, Versión 1.1 / Spanisch
- Joaquim Layret

EMPRESA “Tejidos indesmallables Geisa Group Grabisa”

Director de Producció: Díaz, F.

Assessor (Enginyer Especialitzat en Teixits de Punt a Canet de Mar): Sauleda, J.

AGRAÏMENTS

Personalment vull agrair a Jaume Sauleda per ensenyar-me tots els coneixements necessaris sobre els Spacer-Fabrics i a Francisco Díaz per explicar-me i ajudar-me amb tota la part més pràctica a l'hora de teixir les diferents estructures estudiades.

Al professor Xavier Capdevila, per el recolzament realitzat, per la seva disponibilitat i proximitat al llarg del projecte.

A l'empresa per deixar-me fer els teixits, per proporcionar-me l'oportunitat de conèixer al Jaume i al Francisco i d'aquesta manera poder desenvolupar i millorar els meus coneixements en el món del tèxtil.

I per descomptat, a totes aquelles persones que potser no estan dins d'aquest món, però que han aportat un petit gra de sorra per poder tirar endavant aquest projecte.

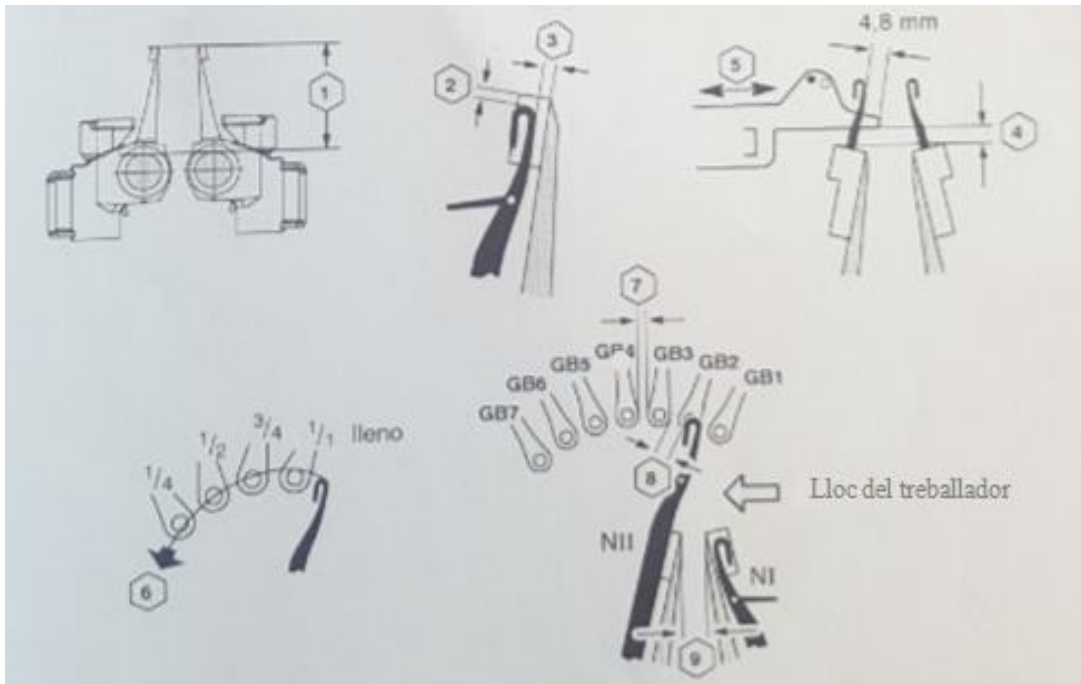
ANNEX 1:

- Taula de marxa: fa referència a la part de separació de fontures

“Atenció: mesures únicament vàlides utilitzant els elements d’ajustament bàsics – mesura [9] = 6,0 mm

	mm
1	123,1
2	1,5
3	0,6
4	1,0
5	Conforme amb el filferro de límit de l’agulla
6	GB1 - GB3= GB3/4 GB4= 1/1 ple GB5 - GB7= 3/4 A l’entrar en NI i NII per moviment de pèndol NI= barra d’agulles - davant NII= barra d’agulles – darrere
7	1,0
8	GB3 darrere: 2,3 GB5 davant: 2,3
9	6,0

- Figura on es mostren les diferents parts de la taula anterior:



- Taula de canvis de densitat del teixit- taula d'alineació:

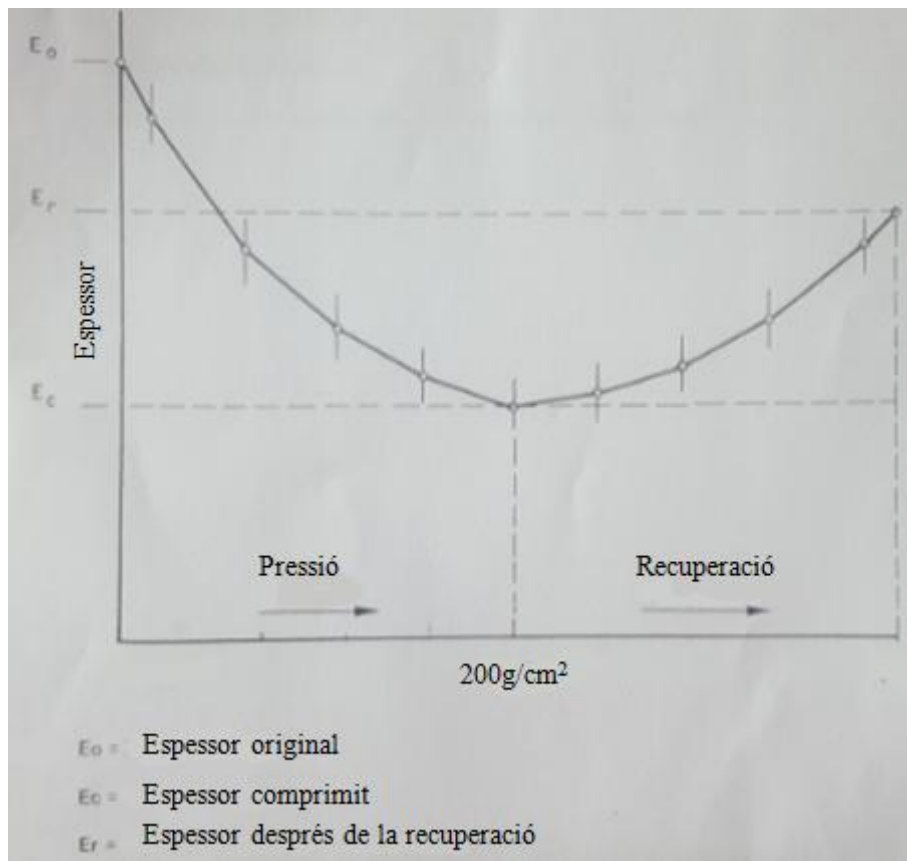
9	2	8	6				1	I	II
			Altura del forat durant el moviment d'oscil·lació d'entrada de NI i NII						
			GB3/GB5	GB1/GB7	GB2/GB6	GB3/GB5	GB4		
2,0 mm	0,8 mm	2,0 mm	1/2	3/4	3/4	Ple	(122,5 mm)	I	T
3,0 mm	0,9 mm	2,6 mm	1/2	3/4	3/4	Ple	(122,6 mm)	II	T
4,0 mm	1,0 mm	2,1 mm	3/4	7/8	7/8	1 1/8	(122,8 mm)	II	T
*6,0 mm	1,5 mm	2,3 mm	3/4	3/4	3/4	Ple	123,1 mm	III	T
9,0 mm	1,2 mm	2,1 mm	Ple	Ple	Ple	Ple	(123,5 mm)	IV	H
12,0 mm	1,6 mm	3,2 mm	Ple	Ple	Ple	Ple	(123,9 mm)	VI	H

* = Ajustament bàsic.

Valors que han d'ajustar-se en cas de reajustar les barres dels pintes.

Valors que resulten d'un reajustament de les barres del pinta de despreniment i que no s'ha d'ajustar

- Corba assaig compressió:



- Fitxa tècnica de producció completa (**Kyron 1**):


TIPUS DE MÀQUINA:		RD 7N 130"
GALGA	SEPARACIÓ FONTURES	RPM
24	5,5 mm	400

	TEIXIT EN CRU	TEIXIT ACABAT
Pes (g/m²)	530	513
Ample (cm)	306	150 X 2
Rendiment (m/Kg)	0,5	1
Malles/cm	9	

	MATERIA	Nº FILS	ENFILAT	Mm/Rack	TANT %
GB 7	PES 84/36 SM TEXT	1040 X 3	TOT PLE	1578 ± 3%	10,8
GB 6	PES 84/36 SM TEXT	1040 X 3	TOT PLE	1150 ± 3%	7,8
GB 5	PES 183/1 SM	1040 X 3	TOT PLE	4451 ± 3%	66,2
GB 4	PES 84/36 SM TEXT	1040 X 3	TOT PLE	1093 ± 3%	7,4
GB 3	PES 84/36 SM TEXT	1040 X 3	TOT PLE	1136 ± 3%	7,8
GB 2					
GB 1					

	LLIGAT
GB 7	44-10/00-34
GB 6	11-10/00-01
GB 5	10-32-45-23
GB 4	01-11/10-00
GB 3	55-55/00-00
GB 2	
GB 1	

- Fitxa tècnica de l'article acabat completa (**Kyron 1**):

Article:		KYRON 1
Composició:		100 % PES
Pes (g/m²)		515
Pes (g/m l.)		800
Gruix (mm)		5,6
Ample (cm)		155
Estabilitat dimensional (Rentat 40°C)	Amplada:	4 %
	Llargària	4 %
Solidesa al rentat (ISO 105-C06)		4
Solidesa al fregament (ISO 105-X12)		4
Codi de neteja:		

- Fitxa tècnica de producció completa(**Kyron 2**):


TIPUS DE MÀQUINA:		RD 7N 130''
GALGA	SEPARACIÓ FONTURES	RPM
24	4 mm	600

	TEIXIT EN CRU	TEIXIT ACABAT
Pes (g/m²)	515 ± 5%	483 ± 5%
Ample (cm)	306	150 X 2
Rendiment (m/Kg)	0,5	1
Malles/cm	9	

	MATERIA	Nº FILS	ENFILAT	Mm/Rack	TANT %
GB 7	PES 84/36 SM TEXT	1040 X 3	TOT PLE	1578 ± 3%	10,8
GB 6	PES 84/36 SM TEXT	1040 X 3	TOT PLE	1150 ± 3%	7,8
GB 5	PES 183/1 SM	1040 X 3	TOT PLE	4451 ± 3%	66,2
GB 4	PES 84/36 SM TEXT	1040 X 3	TOT PLE	1093 ± 3%	7,4
GB 3	PES 84/36 SM TEXT	1040 X 3	TOT PLE	1136 ± 3%	7,8
GB 2					
GB 1					

	LLIGAT
GB 7	44-10/00-34
GB 6	11-10/00-01
GB 5	10-32-45-23
GB 4	01-11/10-00
GB 3	55-55/00-00
GB 2	
GB 1	

- Fitxa tècnica de l'article acabat completa (**Kyron 2**):

Article:		KYRON 2
Composició:		100 % PES
Pes (g/m²)		498 ± 5%
Pes (g/m l.)		800 ± 5%
Gruix (mm)		4,2
Ample (cm)		155
Estabilitat dimensional (Rentat 40°C)	Amplada:	4 %
	Llargària	4 %
Solidesa al rentat (ISO 105-C06)		4
Solidesa al fregament (ISO 105-X12)		4
Codi de neteja:		

- Fitxa tècnica de producció (**Red Padrón 1**):


TIPUS DE MÀQUINA:		
GALGA	SEPARACIÓ FONTURES	RPM
24	8,5 mm	400

	TEIXIT EN CRU	TEIXIT ACABAT
Pes (g/m²)	748	740
Ample (cm)	301	150 X 2
Rendiment (m/Kg)	0,48	
Malles/cm	10	

	MATERIA	Nº FILS	ENFILAT	Mm/Rack	TANT %
GB 7	PES 167/96 SM TEXT	1040 X 3	TOT PLE	620 ± 3%	5,7
GB 6	PES 167/96 SM TEXT	1040 X 3	TOT PLE	1140 ± 3%	10,5
GB 5	PES 183/1 SM	1040 X 3	TOT PLE	6300 ± 3%	64,1
GB 4	PES 84/36 SM TEXT	1040 X 3	TOT PLE	1130 ± 3%	5,2
GB 3	PES 167/96 SM TEXT	520 X 3	2 P – 2 V	1520 ± 3%	7,1
GB 2	PES 167/96 SM TEXT	520 X 3	2 P – 2 V	1520 ± 3%	7,1
GB 1					

	LLIGAT
GB 7	33-00/00-33
GB 6	11-10/00-01
GB 5	10-01/12-21
GB 4	10-00/01-11
GB 3	10-00/23-33/10-00/45-55/32-22/45-55
GB 2	45-55/32-22/45-55/10-00/23-33/10-00
GB 1	

- Fitxa tècnica de l'article acabat (**Red Padrón 1**):

Article:	RED PADRÓN 1	
Composició:	100% PES	
Pes (g/m ²)	700	
Pes (g/m l.)	1120	
Gruix (mm)	7,7	
Ample (cm)	160	
Estabilitat dimensional (Rentat 40°C)	4%	4%
	4%	4%
Solidesa al rentat (ISO 105-C06)	4	
Solidesa al fregament (ISO 105-X12)	4	
Codi de neteja:		

- Fitxa tècnica de producció (**Red Padrón 2**):

TIPUS DE MÀQUINA:		
GALGA	SEPARACIÓ FONTURES	RPM
24	8,5 mm	400

	TEIXIT EN CRU	TEIXIT ACABAT
Pes (g/m²)	748	740
Ample (cm)	301	150 X 2
Rendiment (m/Kg)	0,48	
Malles/cm	10	

	MATERIA	Nº FILS	ENFILAT	Mm/Rack	TANT %
GB 7	PES 167/96 SM TEXT	1040 X 3	TOT PLE	620 ± 3%	5,7
GB 6	PES 167/96 SM TEXT	1040 X 3	TOT PLE	1140 ± 3%	10,5
GB 5	PES 183/1 SM	1040 X 3	TOT PLE	6300 ± 3%	64,1
GB 4	PES 84/36 SM TEXT	1040 X 3	TOT PLE	1130 ± 3%	5,2
GB 3	PES 167/96 SM TEXT	520 X 3	2 P – 2 V	1520 ± 3%	7,1
GB 2	PES 167/96 SM TEXT	520 X 3	2 P – 2 V	1520 ± 3%	7,1
GB 1					

	LLIGAT
GB 7	33-00/00-33
GB 6	11-10/00-01
GB 5	10-23-45-32
GB 4	10-00/01-11
GB 3	10-00/23-33/10-00/45-55/32-22/45-55
GB 2	45-55/32-22/45-55/10-00/23-33/10-00
GB 1	

- Fitxa tècnica de l'article acabat (**Red Padrón 2**):

Article:	RED PADRÓN 2	
Composició:	100% PES	
Pes (g/m ²)	700	
Pes (g/m l.)	1120	
Gruix (mm)	7,7	
Ample (cm)	160	
Estabilitat dimensional (Rentat 40°C)	Amplada:	4%
	Llargària :	4%
Solidesa al rentat (ISO 105-C06)	4	
Solidesa al fregament (ISO 105-X12)	4	
Codi de neteja:	