



# **CARACTERITZACIÓ DE LA LLANA D'OVELLA DE RAÇA MALLORQUINA**

## Contingut

CONTEXT .....	3
PARÀMETRES QUE S'HAN ANALITZAT .....	4
ESTUDI DE LES PROPIETATS TÈXTILS .....	5
Finor .....	5
Rendiment .....	8
Voluminositat.....	8
Aspecte microscòpic.....	9
Interpretació .....	9
ESTUDI DE TRANSTERMITÀNCIA TÈRMICA .....	10
Metodologia .....	11
Resultats obtinguts .....	11
Interpretació .....	12
CARACTERITZACIÓ QUÍMICA .....	13
Resultats i interpretació.....	13

## CONTEXT

Aquest estudi s'ha elaborat en el marc del projecte LLARETSS, projecte de cooperació entre Mallorca Rural i l'Associació LEADER Illa de Menorca en què s'han realitzat diferents actuacions per revaloritzar la llana en el context de l'economia verda i circular.

Des de Mallorca Rural es considerà necessari aprofundir en la caracterització de la llana de les races autòctones de l'illa per conèixer millor les seves propietats i així poder enfocar la producció d'aquesta llana cap a mercats específics que en puguin valorar les seves característiques singulars.

Per tal de garantir la pertinença de les mostres de llana a analitzar a animals vertaderament de raça Mallorquina, es signà un conveni de col·laboració amb l'Associació de ramaders de l'ovella de raça Mallorquina. S'establí que l'associació proveiria de les mostres necessàries d'animals inscrits al Llibre Genealògic de la raça i a la marca de qualitat 100% Autòcton. En concret, 2 vells de llana per explotació, de 5 explotacions diferents, correctament identificades. Després, a cada laboratori es varen fer arribar 2 submostres compostes d'una mescla de llana de les 5 finques, per tenir la màxima representativitat possible. Per altra banda, Mallorca Rural gestionaria l'anàlisi de les mostres i elaboraria i difondria conjuntament amb l'associació de ramaders, el present informe.



*Foto 1. Ovella Mallorquina. Font: cedida per l'Associació de ramaders de l'ovella de raça Mallorquina.*

## PARÀMETRES QUE S'HAN ANALITZAT

Per tal de dur a terme la caracterització de les fibres de la llana es va contractar el servei tres laboratoris diferents per a analitzar les propietats tèxtils, químiques i físiques de la fibra de llana de la raça autòctona Mallorquina. Es tracta de l'Institut d'Investigació Tèxtil i Cooperació Industrial de Terrassa, de la Universitat Politècnica de Catalunya (paràmetres tèxtils), el Departament de Química Analítica Ambiental de la Universitat de les Illes Balears (paràmetres químics) i el Grup Construccions arquitectòniques i enginyeria d'edificació de la Universitat de les Illes Balears (paràmetres físics).

- De les propietats tèxtils s'ha mesurat la finesa de la fibra, la voluminositat de la fibra, la pèrdua al rentat, la longitud de la fibra, fotografia SEM.

- De les propietats químiques l'objectiu era conèixer els seus components de cara a principals possibles aprofitaments agrícoles de parts de menys valor tèxtil. S'ha determinat el % de nitrogen, carboni, fòsfor, potassi, calci, sodi, magnesi i elements de traça (Al, Ba, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, V, Zn, Cd, Cr, Hg, Ni i Pb).

- De les proves físiques i per tal d'avaluar les propietats d'interès pel sector de la bioconstrucció, s'ha realitzat un assaig en caixa calenta per a l'obtenció de transmitància tèrmica  $U_m$  ( $W/m^2 \cdot K$ ) i conductivitat tèrmica  $\lambda_m$  ( $W/m \cdot K$ ).

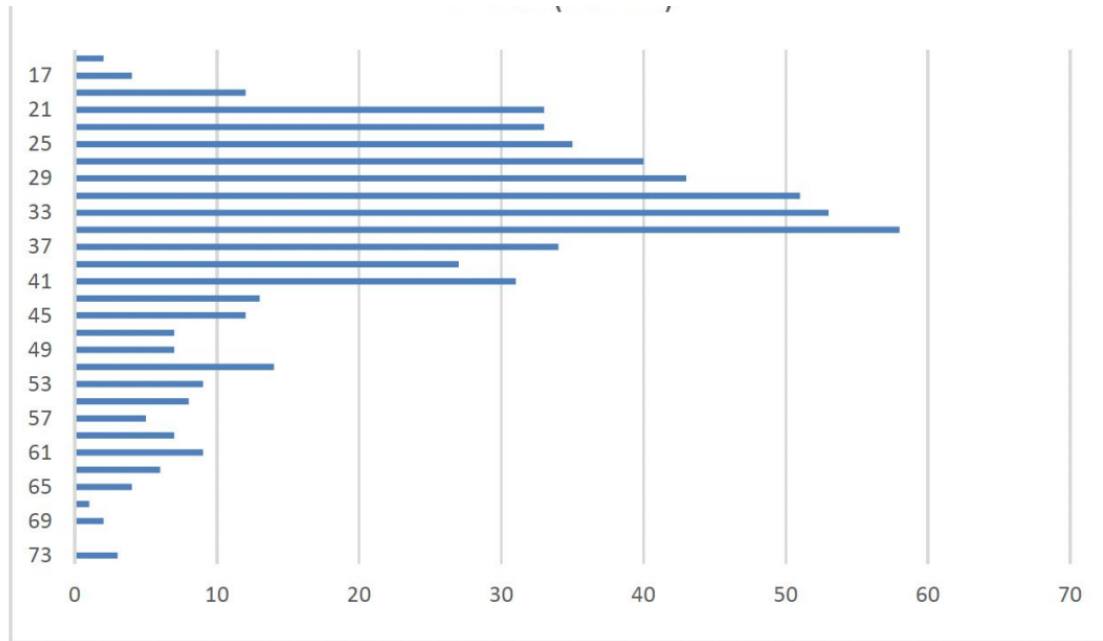
A continuació s'exposen els resums dels informes aportats pels corresponents laboratoris, amb la metodologia utilitzada, els resultats obtinguts i la seva interpretació de cara a usos potencials que permeten les propietats detectades.

# ESTUDI DE LES PROPIETATS TÈXTILS

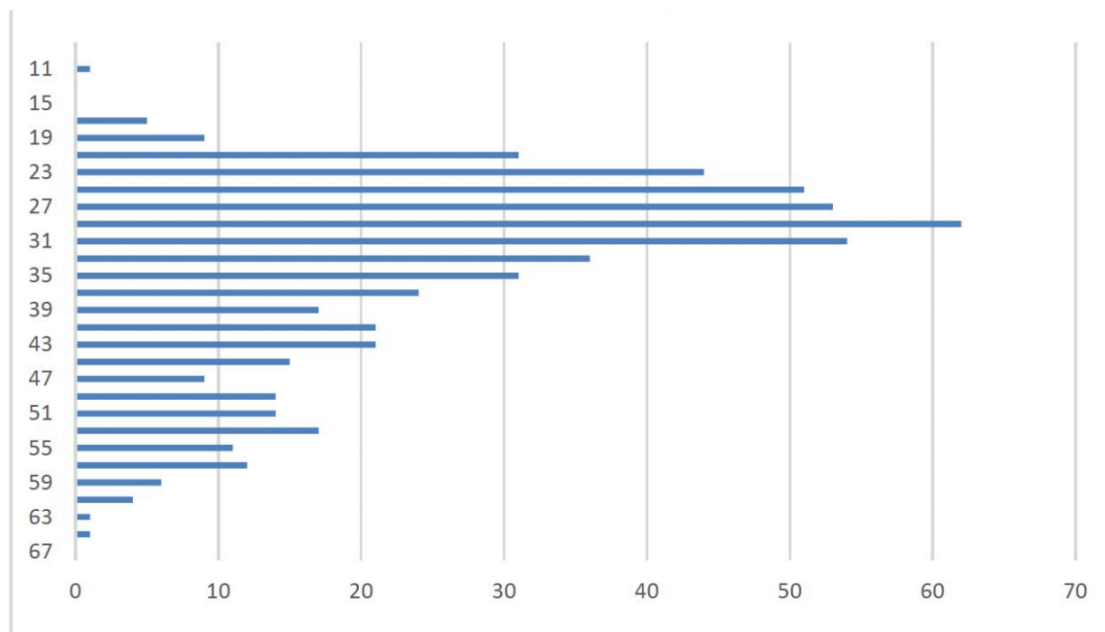
## Finor

Aquest paràmetre s'ha mesurat amb un llanàmetre o microscopi de projecció, que proporciona un augment de x500. Per fer-ne l'anàlisi, es mesuren una a una entre 500 i 700 fibres extretes de cada mostra.

D'aquest anàlisi, s'han obtingut els següents histogrammes de finures:



Gràfica 1. Rang de finures de fibres de la mostra A (l'eix horitzontal es correspon a les micres del diàmetre de cada fibra).



Gràfica 2. Rang de finures de fibres de la mostra B (l'eix horitzontal es correspon a les micres del diàmetre de cada fibra).

Paràmetre	Mostra A	Mostra B
Finor (micres)	34,87	33,88
Límit de confiança al 95 % (micres)	± 0,9	± 0,9
CV %	31,34	31,09

Taula 1. Valors mitjans de finura de les 2 mostres.

El resultat obtingut permet classificar aquesta llana com un Tipus 6 ordinari en la classificació espanyola de les llanes. Es tracta per tant, d'una **fibra de llana extremadament gruixada**.

El coeficient de variació és lleugerament alt per a una llana d'aquests tipus. Els valors habituals es situen entre 22 i 23 %.

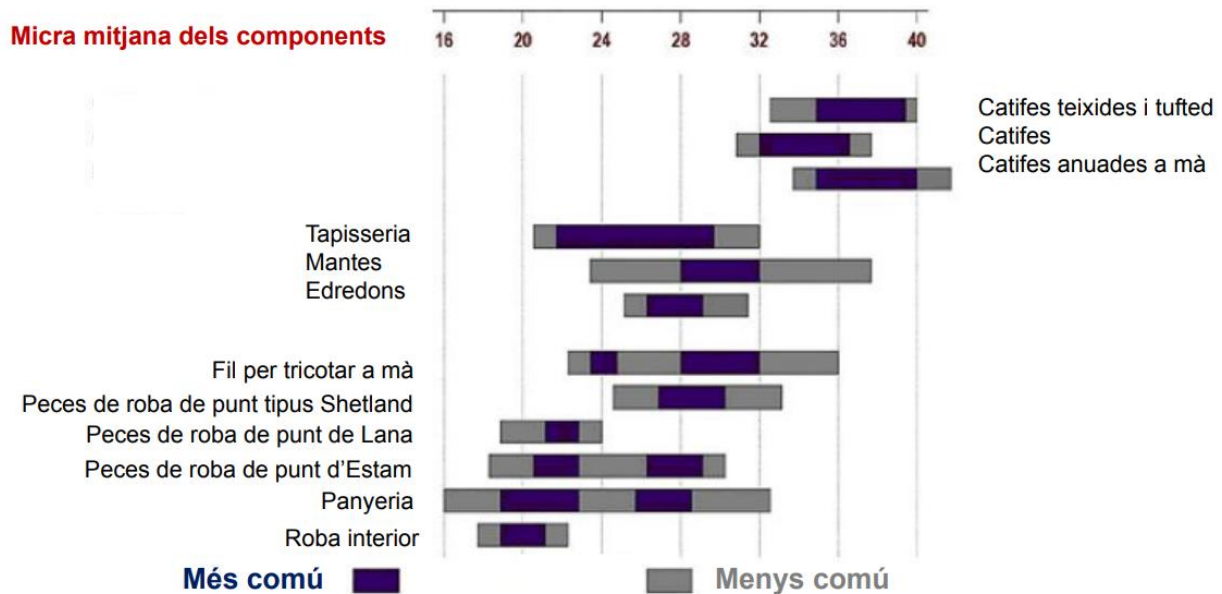
Tipus	Interval de Finor (micres)	Llargada Mitjana (mm)	Presència de Pel	Denominació
1	< de 22,5	50 - 58	No	Merino fi
2	22,5 – 23,0	52 - 58	No	Merino
3	23,0 – 25,0	54 - 58	Pocs. No haurien d'existir	Merino alt
4	25,0 – 27,0	55 - 60	Alguns	Entrefina
5	27,0 – 28,0	56 – 60	Més gran que el tipus 4	Entrefina corrent
6	28,0 – 30,0	58 - 60	Abundant	Entrefina ordinària

Taula 2. Classificació de les llanes espanyoles. Font: intexter.

### Influència de la finor de les fibres:

- Tacte: com més fines, més suaus i sedoses al tacte, amb més caient i més tendència a l'arrugat.
- Rigidesa a la torsió i flexió: com més fines, manco rigidesa a la torsió i flexió, relacionat amb les característiques anteriors.
- Reflexió a la llum: Com més fines, més nombre de fibres per secció de filat, que equival a una major superfície de reflexió de la llum.
- Absorció de líquids: com més fines, més superfície d'absorció de líquids i vapor d'aigua.
- Cohesió interfibril·lar: com més fines, major fricció fibra-fibra, que provoca menor torsió de filat, permetent major velocitat de filatura.
- Regularitat fils: com més fines, més fibres per secció de filat, i per tant, més regularitat.

Per tot això, com més fina és la llana, major preu se'n paga.



Gràfica 3. Principals aplicacions de la llana en funció de la seva finor. Font: Intexter.

## Rendiment

El mètode utilitzat ha estat el MO 300-034, i el número de rentats ha estat 2.

Referència	Pèrdua al rentat (%)	Contingut de Llana neta (a la taxa legal del 17 %)
Mostra A	29,82	70,18
Mostra B	31,33	68,67

Taula 3. Resultats de rendiment al rentat de les dues mostres analitzades.

La pèrdua al rentat és un valor que permet avaluar, mitjançant un rentat de laboratori, tot seguint uns criteris similars al rentat industrial, la quantitat de llana neta estimada que es podrà obtenir i per diferència, el percentatge de pèrdua en l'operació (greix, suintina, terres, etc.).

El valor obtingut pot considerar-se bo per una llana d'aquestes característiques.

## Voluminositat

Paràmetre	Mostra A	Mostra B
Bulk (cm <sup>3</sup> /g)	28,84	29,01
Resiliència (cm <sup>3</sup> /g)	10,07	10,00

Taula 4. Resultats de voluminositat de les dues mostres analitzades.

La voluminositat (Bulk) és el volum ocupat per un pes de llana determinat, mesurat en condicions específiques sota una determinada càrrega. És una mesura de resistència a la compressió.

La resiliència mesura com la llana recupera el seu volum després de cicles de compressió.

Els valors obtinguts són correctes per aquests tipus de llanes.

<b>Leicester/Lincoln</b>	<b>16 – 19</b>
<b>Romney</b>	<b>19 – 24</b>
<b>Drysdale</b>	<b>21 – 25</b>
<b>Corriedale</b>	<b>20 – 28</b>
<b>Perendale</b>	<b>22 – 32</b>
<b>Merino Australia</b>	<b>23 – 32</b>
<b>Southdown</b>	<b>30 – 36</b>
<b>Merino España</b>	<b>34 – 37</b>
<b>Talavera</b>	<b>33 – 35</b>
<b>Campos</b>	<b>30 – 33</b>

Taula 5. Valors (cm<sup>3</sup>/g) obtinguts en altres races. Font: Intexter



## Aspecte microscòpic

A l'examen de les fibres de llana neta mitjançant la microscòpia electrònica d'escombrat (SEM), s'ha observat una bona escamositat i no han aparegut alteracions a la cutícula. Això implica que el poder de feltrat d'aquestes llanes haurà de ser una propietat a tenir en compte per aplicacions industrials (opció de feltres per tècniques de teles no teixides, etc.).

## Interpretació

Ateses les característiques que s'aprecien en la llana analitzada, descartem la seva possible aplicació per indumentària, si bé, es podria utilitzar en filatura de llana de carda, per catifes o similars, així com per teles no teixides, farcits, etc. Les mostres rebudes presenten l'aspecte típic de les llanes mallorquines caracteritzades pel seu elevat gruix, baix contingut de greix i notable presència d'impureses vegetals i minerals.

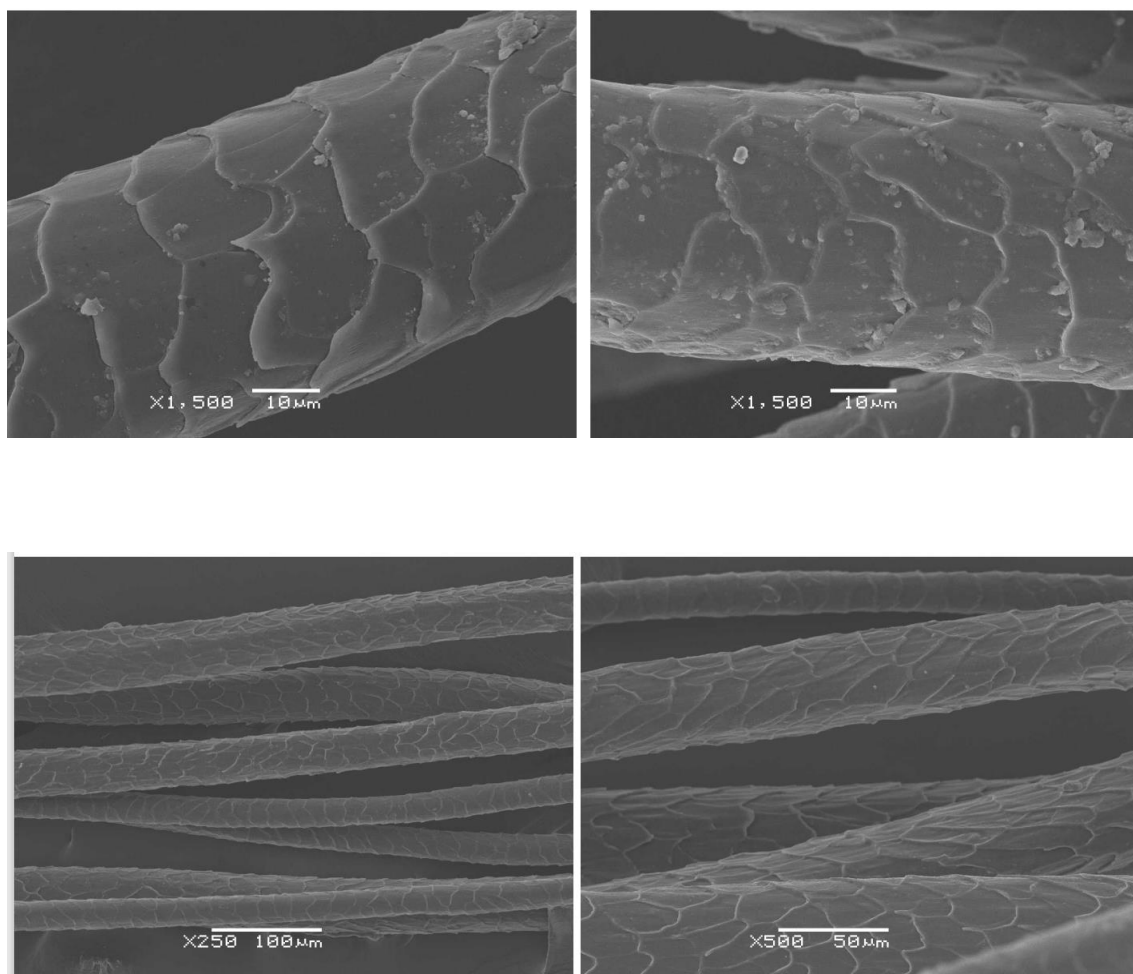


Foto 2. Mostra de les diferents imatges aconseguides en l'anàlisi de la llana d'Ovella Mallorquina.

## ESTUDI DE TRANSTERMITÀNCIA TÈRMICA

Amb les mostres aportades, al laboratori es prepararen 6 submostres diferents, amb diferents densitats de compactació, i s'analitzaren mitjançant el sistema de caixa natural de planxa calenta.

Les mostres es condicionaren abans de l'anàlisi eliminant la brutor més basta i assecant-les, per evitar interferències d'elements externs a la llana en els resultats.

Les mostres de baixa densitat contenien material per un pes 47.84g i es trobaven contingudes dins un conducte de PVC amb una secció de diàmetre 106mm i alçada 100mm, per la qual cosa s'aproxima un valor de densitat aparent mitjana de 54.21kg/m<sup>3</sup>.

Les mostres d'alta densitat contenien material per un pes 116.67g i es trobaven contingudes dins un conducte de PVC amb una secció de diàmetre 106mm i alçada 106mm, per la qual cosa s'aproxima un valor de densitat aparent mitjana de 124.72kg/m<sup>3</sup>.

El procés d'anàlisi es realitza a l'interior de la caixa natural de planxa calenta i comporta un temps d'escalfament superior a les 24h.



*Foto 3. Mostra del material abans de processar, i material dins provetes a diferents densitats.*

## Metodologia

La instrumentació de mesura de la transmitància tèrmica usada consisteix en una caixa natural de planxa calenta, la qual analitza el flux tèrmic que travessa una mostra de material quan s'exposa a una font tèrmica controlada, mitjançant els valors de temperatura observats és possible determinar les propietats tèrmiques del dit material.

L'anàlisi del material es realitza amb un gradient tèrmic, entre superfície exposada a l'exterior i superfície en contacte amb el focus tèrmic, de 35 °C. Aquesta temperatura permet simular la resposta dels materials en un ampli de aplicacions finals, així com els efectes produïts en aquest davant un funcionament límit.

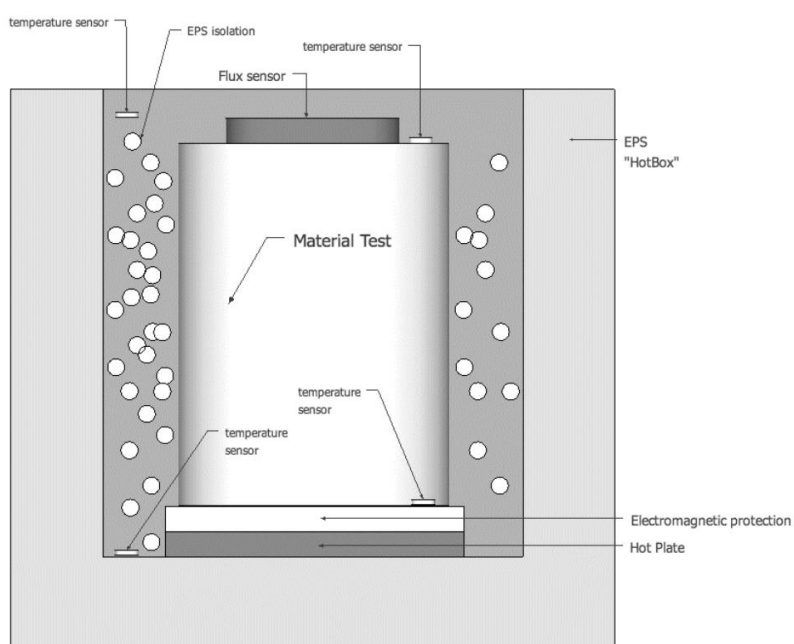


Figura 1. Esquema dels components de la Caixa Natural de Planxa Calenta.

## Resultats obtinguts

Muestra	Valor U (W/m <sup>2</sup> *k)	Espesor muestra (m)	Conductividad λ (W/m*k)
MUESTRA 1 BAJA DENSIDAD	0.8949	0.100	0.0894
MUESTRA 1 ALTA DENSIDAD	0.8367	0.106	0.0886
MUESTRA 2 BAJA DENSIDAD	0.8266	0.100	0.0826
MUESTRA 2 ALTA DENSIDAD	0.8002	0.105	0.0840
MUESTRA 3 BAJA DENSIDAD	0.8134	0.100	0.0813
MUESTRA 3 ALTA DENSIDAD	0.7961	0.106	0.0843

Taula 6. Valors de transmitància obtinguts.

## Interpretació

Els valors de transmissió tèrmica i conductivitat tèrmica, únicament concerneixen la mostra de material analitzada i de la qual s'ha obtingut la proveta d'assaig. Variacions en la formulació del preparat o les característiques dels mateixos tenen un efecte directe sobre les propietats tèrmiques del material final.

Normalment es consideren bons aïllants tèrmics els materials la conductivitat tèrmica dels quals ( $\lambda$ ) és inferior a  $0.10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . A la vista dels valors obtinguts, rondant els  $0,08 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , per a les densitats analitzades, aquest tipus de llana seria un bon aïllant, degudament tractat per evitar atacs biòtics.

MATERIAL	$\lambda$ CONDUCTIVIDAD TÈRMICA W/(K·M) 23°C	CALOR ESPECÍFICO J/(KG·K) 25°C	DENSIDAD KG/M <sup>3</sup>
Acero	50	450	7500
Acero inoxidable	17	460	7900
Agua	0.58	<b>4186</b>	1000
Aluminio	237	909	2700
Baqelita	0.24	900	1270
Bronce	116-186	360	8700
Carbono	129	710	2267
Caucho Celular	<b>0.06</b>	1500	130
Caucho de Silicona	0.24	1300-1500	1100
Caucho EPDM Etileno Propileno	0.25	1000	1150
Caucho Natural	0.13	1100	910
Caucho Policloropreno Neopreno®	0.23	2140	1300
Cobre	380	389	8900
Corcho	<b>0.04</b>	1880	120
Diamante	<b>2300</b>	509	3513
Etanol	<b>0.013</b>	1520	789
Fibra de vidrio	<b>0.04</b>	795	220
Filtro lana	<b>0.06</b>	1300	200

Taula 7. Comparativa de paràmetres d'interès com a aïllament tèrmic de diferents materials. Font: <https://www.eric.es/aislamiento-termico/>

## CARACTERITZACIÓ QUÍMICA

Igual que en els casos anteriors, es van enviar dos vells de cinc explotacions diferents per extreure'n 2 mostres representatives. En aquest cas però, es pogueren analitzar per separat, i per això es compta amb resultats de 5 mostres.

### Resultats i interpretació

Com pot observar-se en les taules que es presenten a continuació, els resultats de les anàlisis químiques de les mostres de llana mallorquina mostren una diferència inferior al 5% per al contingut de carboni orgànic i de l'1% per al nitrogen orgànic, la qual cosa indica la uniformitat en el contingut d'aquests elements en les diferents mostres analitzades.

	Mostra					Promig	Desviació estàndar
	1	2	3	4	5		
Carboni orgànic (%)	48,8	46,3	47,3	37,7	48,8	45,8	4,6
Nitrogen orgànic (%)	8	9,2	6,9	9,1	7,8	8,2	1,0

En relació als macroelements s'observa que li potassi (K) és element amb major concentració en cadascuna de les mostres, presentant en mitjana 40,1 g/kg (m.s.) d'aquest element. D'altra banda, el magnesi es troba en menor concentració en cadascuna de les mostres, sent quantificat en dues de les cinc mostres analitzades.

	Mostra					Promig	Desviació estàndar
	1	2	3	4	5		
Calci (Ca) g/kg (m.s.)	0,9	1,1	1,7	0,6	0,5	1,0	0,5
Potasi (K) g/kg (m.s.)	44,4	40,8	36,9	37,2	41,4	40,1	3,1
Magnesi (Mg) g/kg (m.s.)	<LD	0,12	0,2	<LD	<LD	0,2	0,1
Sodi (Na) g/kg (m.s.)	1,5	1,6	2,1	0,7	0,7	1,3	0,6
Fosfòr (P) g/kg (m.s.)	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1

Quant als elements traça i metalls passats cal centrar l'atenció en la concentració d'alumini, ferro, manganès i zinc de la mostra 3. Aquesta mostra presenta valors superiors respecte a les altres mostres analitzades. En aquest sentit i excloent aquesta mostra es pot observar que les concentracions dels elements analitzats es troben en valors molt pròxims entre ells, la qual cosa evidencia que l'augment de la desviació de les concentracions és degut als valors obtinguts de la 3.

	Mostra					Promig	Desviació estàndar
	1	2	3	4	5		
Al mg/kg (m.s.)	160	147	326	139	134	181	81
Ba mg/kg (m.s.)	1,2	2,3	2,9	1,4	1,1	1,8	0,8
Cd mg/kg (m.s.)	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Co mg/kg (m.s.)	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cu mg/kg (m.s.)	5,4	5,0	4,8	4,0	3,9	4,6	0,6
Cr mg/kg (m.s.)	0,7	1,3	2,6	1,6	0,9	1,4	0,7
Fe mg/kg (m.s.)	120	118	245	99	88	134	63
Ni mg/kg (m.s.)	<LD	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,1
Mn mg/kg (m.s.)	2,8	2,6	5,6	2,0	1,5	2,9	1,6
Mo mg/kg (m.s.)	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Pb mg/kg (m.s.)	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
V mg/kg (m.s.)	0,6	0,5	0,8	0,4	0,5	0,6	0,1
Zn mg/kg (m.s.)	89	73	137	97	64	92	28

D'altra banda, alguns estudis [1,2] realitzats sobre diferents varietats de la llana permeten establir que els valors dels elements analitzats es troben en rangs de concentració similars als obtinguts en les mostres analitzades.

[1]. Patkowska-Sokoła B, Dobrzański Z, Osman K, Bodkowski R, Zygadlik K. *The content of chosen chemical elements in wool of sheep*. Archiv Tierzucht 52 (2009) 4, 410-418, ISSN 0003-9438. Research Institute for the Biology of Farm Animals (FBN) Dummerstorf, Germany.

[2]. Lechuga Ardeo S. *Compostaje con Lana de Oveja Mallorquina; Soluciones agroecológicas contra el desperdicio de recursos*. Memoria Trabajo de Fin de Máster. Universidad de la Laguna. (2022) España.

