

# SENDOTURIKO TERMOPLASTIKO ESTANPAGARRIAK: KONPOSAKETA, ERALDAKETAREN TEKNOLOGIA ETA PROPIETATE MEKANIKOEN EBALUAZIOA

**Iñigo GALARZA IBARRONDO**

**&**

**Patxi EREÑO ALDEKOA**

Material Berrietarako Talde Teknologikoa

GAIKER

Trapaga Elkartegia, 5

Trapagaran-Bizkaia

**Federiko MIJANGOS ANTON**

Injinerutza Kimikoko Saila

EHU-UPV

Leioa-Bizkaia

P.K. 644. 48080-Bilbo

## **ABSTRACT**

*The use of long glass fibre as a plastic matrix reinforcement has made the composites one of the best industrial application materials.*

*The Reinforced Thermoplastic Sheet (that is, RTS or TRE) is an example of those new materials which are being used in varied applications, since it is the most suitable for the industry scale due to its low production cycle.*

*In this paper some physical, chemical and mechanical properties of two RTS european products are analysed and discussed; these materials are different from the reinforcement dispersion point of view.*

*After the physical and chemical characterization of both the sheet and the final product obtained by the stamping process, the evaluation of some mechanical properties of the final article has been done, looking at the same time for the values of the stamping parameters that involve the best quality of the surface finish.*

*The results of this work are of the greatest importance not only in the attempt to know the mechanical properties of the thermoplastic composite but to choose between the studied kinds taking account the mechanical resistance and the surface finish as well.*

## **LABURPENA**

Matrize plastikoetarako beira-zuntz luzea sendogarri gisa erabiltzeak, konpositeak industri aplikazio ugarietan kontutan hartzeko material bilakatu ditu.

Sendoturiko termoplastikozko xafla (hots, TREa) da azken urteotan asko erabiltzen ari den material berrietatiko adibidea; bere ekoizpen-ziklo laburratetik industri mailarako egokienetarikoa bait da.

Lan honetan Europar fabrikatzaileengandik lortutako polipropilenoazko matzizadun bi produktu desberdinen zenbait propietate fisiko, kimiko eta mekaniko ikertu eta eztabaidatu dira, sendogarriaren barreiapenaren ikuspuntutik desberdin izanik.

Hornituriko erdiproduktuen eta estanzazioaren bidez lortutako produktuen karakterizazio fisiko-kimikoaren ostean, pieza amaituaren propietate mekaniko batzuen ebaluazioa egin da, era berean gainazalaren amaiera-kalitatearen hoberenari heltzeko estanzazio parametroen balioak eman direlarik.

Lanaren atal bakoitzetik ondorioztatutakoa, bai konposite termoplastikoaren propietate mekanikoen batezbesteko balioak jakiteko, bai erresistentzia mekanikoa eta gainazal-kalitatearen erizpideen arabera ikertutako moten artean aukeratzeko, garrantzi handikoa dugu.

## SARRERA. KONPOSAKETA

Konpositea, material konposatua izanik, fase bi edo gehiagoren arteko batasunez lor-tzen da. Alde batetik, matrizea dago, gagoz-kion kasuan polimero termoplastikoa (poli-propilenoa, poliamida, dentsitate altuko polie-tilenoa, ...) (1). Bestetik, sendogarria; E beira-zuntzeko sendogarria hain zuzen TREren kasuan. Azkenik, gehigarriak ere izan ohi dira konpositetan (koloratzaileak, antioxidatzaileak, lubrifikatzaileak, etab.); Sendoturiko Termoplastiko Estanpagarriek ez dute karga-rik izaten. Maiz, salneurria behartzeko as-moz edo, ezaugarri bereziren bat emateko erabili ohi dira azkeneko hauek (suaren aur-kakoa, opakotasuna, ...).

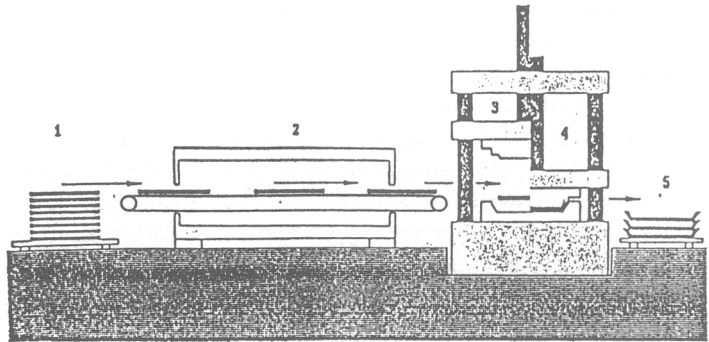
Konpositezko pie-zak lortzeko zenbait eraldaketa-metodo ez-berdin daude. Berauen artean aipagarrienak hauexek ditugu: eskuz-ko moldaketa, RTMren bidezkoa, injekzioz edota estrusiozko mol-daketa eta prentsazko moldaketa.

Azkeneko hau da TREzko plakak eralda-tzeko metodo bakarra; beira-zuntza luzea bait da. Estanpazioa konpo-siten arloan metodorik azkarrenetarikoa dugu. Beste edozein konpo-siterekiko esandako ekoizpen-zikloaren murriztapena, eraldaketa-mota honen jatorri fisikoak ahalbideratzen du, matrize termoe-gonkorrak erabiltzeak duen prozesu kimi-koaren aurkakoa izateagatik (2). SMCaren, hots, poliesterrezko aurreinpregnatuaren kasua da azkeneko hau. Bere erabilpenak azken urteotan aurrerakuntza handia izan duen arren (automobilen kanpo-karrozeriako

osagaien material modura behinik behin; low profile edo uzkurdura minimozko erretxina termoe-gonkor sendotuak eta kargadunak horretarako guztiz egokiak bait dira) SMCzko piezak ekoizteko minutu batetik gorako denbora behar izaten da.

## ERALDAKETA

Estanpaziorako, pieza amaituaren irudira materialaren plakak ebaki, infragorritzko la-bean (industriarako metodorik egokiena) ma-terialaren biguntze-puntua baino temperatura altuagoetara aurreberotu eta, jarraian, itxiera azkarreko prentsan estanpatu egingo da (3 eta 4). Prentsatik atera bezain laster, ekoizpen-zikloa amaitutzat jo daiteke (ikus 1. irudia).



**1. irudia.** TREzko plaken eraldaketaren eskema, industri mailan.  
1. Ebakitako erdiproduktuzko plakak. 2. Infragorritzko labea. 3. Egonaldian dagoen itxiera azkarreko prentsa, 4. Estanpazio aldia. 5. Produktu amaitua

## EZAUGARRI ETA APLIKAZIOAK

TREa industriarako egitura-material modura erabiltzeak zenbait abantaila ditu beste konpositeekin konparatuz: dentsitate baxukoa, birziklagarria eta alferrik galtzen ez dena. Estanpazioa, azkarra eta energia baxukoa denez, industriarako guztiz egokia da, batez ere prozesua automatizagarria delako eta metalen industrian erabilitako

itxiera azkarreko edozein prentsa mekaniko edo hidrauliko molda dakiokelako (5 eta 6). Bestalde, maila ertaineko gainazal-kalitatea duenez eta pintatzea zail gertatzen denez, automobilen barne-osagai edo osagai ezku-tuetarako soilik erabil daiteke motelgailuez kanpo; polipropilenoazko matritzeduna behintzat. Aplikazioen artean hauek dira aipagarrienak: automobilaren azpia, aginte-taula, maletegia, eserlekuen egitura, ateen forroa, erradiadoreen euskarria, olio banatzeko karterra, pedalen sostengua eta bateriaren kutxa. Estanpazio ostean pieza konformatu egin behar izaten da, bihurdurari ekiditeko.

## IKERTUTAKO MOTAK

Nazioarteko merkatuan aurki daitezkeen TRE-motek, %20-50era bitarteko zuntz-edukina dute. Zuntzen luzera 6-50 cm bitartekoa izan ohi da eta norabidaturiko zuntz-dunak ere fabrikatzen dira, norabide zehatz batean erresistentzia handiagoak behar diren aplikazioetarako. Bestalde, haribakardun motako sendogarritasuna ere merkaturaturik dago. Honetan, zuntza luze-luzea da eta jariatu ezin duenez, TREzko aurreformak moldea-

ren irudi eta neurria ebaki behar dira. Kasu honetan beraz, moldaketa benetazko estanpazioa dugu; materialaren fluxurik gabekoa (7).

Ikerketaren oinarria polipropilenoazko matritzea eta E beira-zuntzeko sendogarriz osoturiko TREa izan da. Beirazko sendogariaren barreiapenaren arabera mota bi aztertu dira:

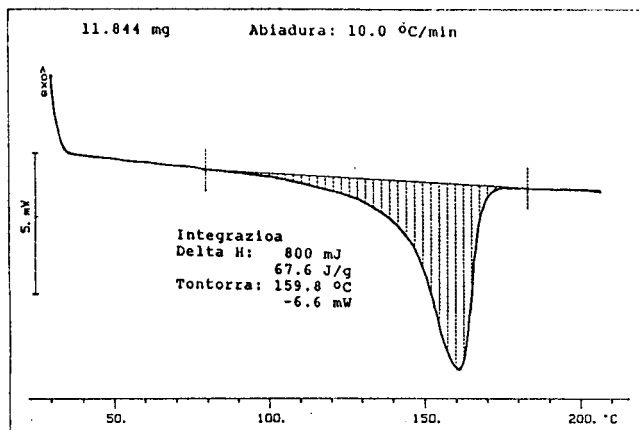
- loturiko zuntzdun TREa: honetan, zuntza barreiaturik egon arren, taldeka agertzen zaigu, ohizko entsimaiaz lotuta.
- desloturiko zuntzdun TREan berriz, entsimaia galdu erazi zaiolarik, erabat bananduta dago zuntza. Material homogenoagoa da beraz (3).

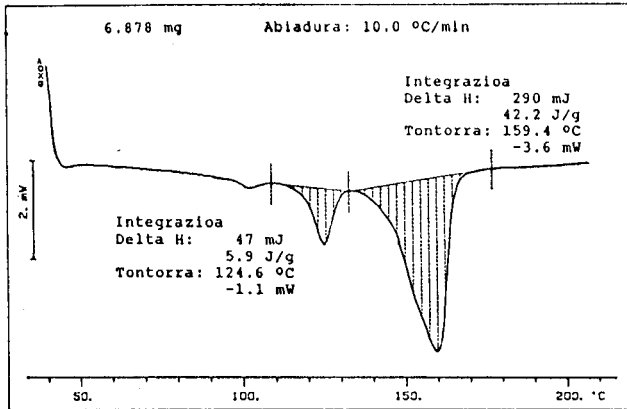
Ikerlanean, arestian aipaturiko produktu biak kualitatiboki desberdintzeaz gain, zuntz-edukinarekiko propietateen menpekotasuna aurkeztea bilatuko da.

## KARAKTERIZAZIO FISIKO-KIMIKOA

Erdiproduktuzko plaken dentsitate eta gramajea jakin ondoren, kristaltasuna (%50-60koa), urtze-tenperatura (160°C) eta deskonposaketarako tenperatura (230°C),

**2. irudia.**  
Loturiko zuntzdun erdiproduktuaren kalorimetria





**3. irudia.**  
Desloturiko zuntzdun TREzko erdiproduktuaren kalorimetria

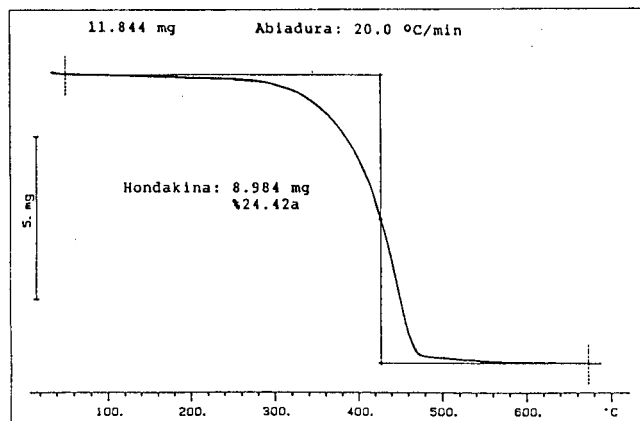
ekorketazko kalorimetria diferentzialaren eta termograbitriaren bitartez determinatu dira. Teknika hauetan eta infragorritzko espektroetan oinarriturik, desloturiko zuntzdun TREan dentsitate altuko polietilenoaren gehikuntza aurkitu da. 2. eta 3. irudietan produktu bien kalorimetrien (210°C–rainokoa) eskema ikus daiteke: desloturiko zuntzdunaren kasuan, polipropilenoaren urtzeari dagokion tontorraz gain, beste tontor bi agertu dira. Kasu bietan termogramek (ikus 4.

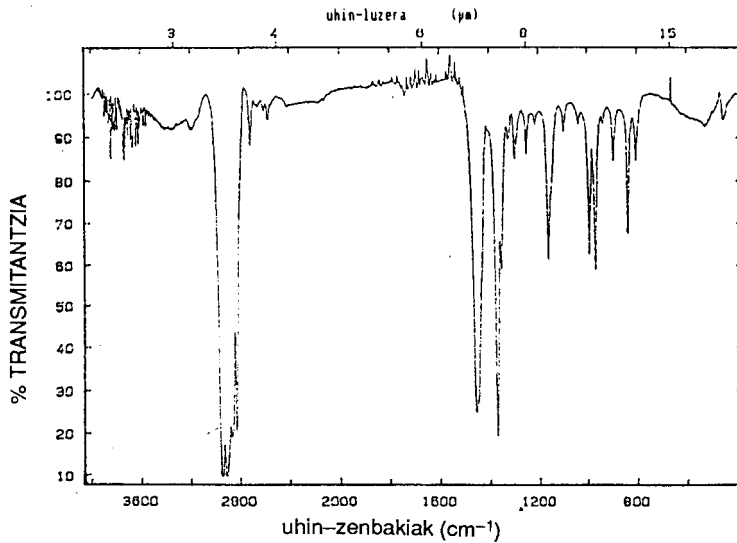
irudia) itxura bera dute. Infragorritzko espektroek berriz, zurgapenezko banda bakarra dute desberdintasun modura (5. eta 6. irudiak), 14 μm–koa, 5 CH<sub>2</sub> taldeen zurgapenari dagokiona hain zuzen ere.

Estanpazioaren bidezko eraldaketa hurrengo operazio–baldintza zehatzetan burutu da: materialaren aurreberoketa–temperatura, 210°C; presioa, 200 kg/cm<sup>2</sup>; prentsaldia, 60 s; moldeen temperatura, 90°C.

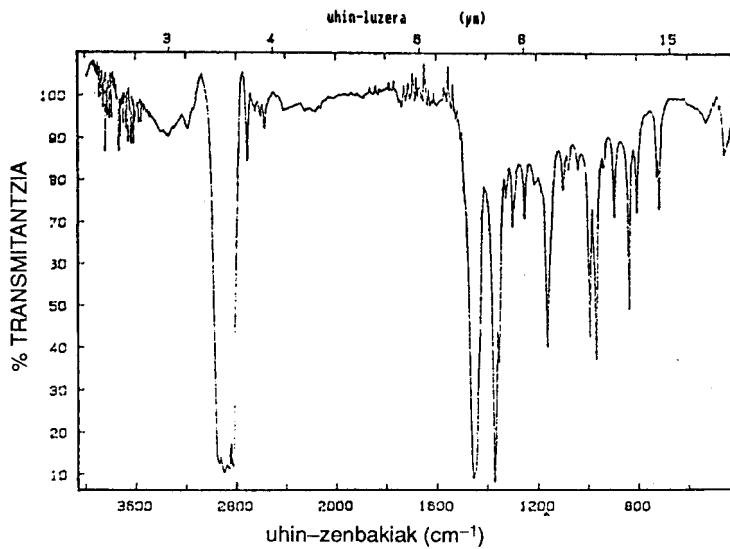
Produktuen karakterizazio fisiko-

**4. irudia.**  
Loturiko zuntzdun erdiproduktuaren termogrametatik lortutako adibidea





5. irudia. Loturiko zuntzdun TREri egindako espekto infragorria



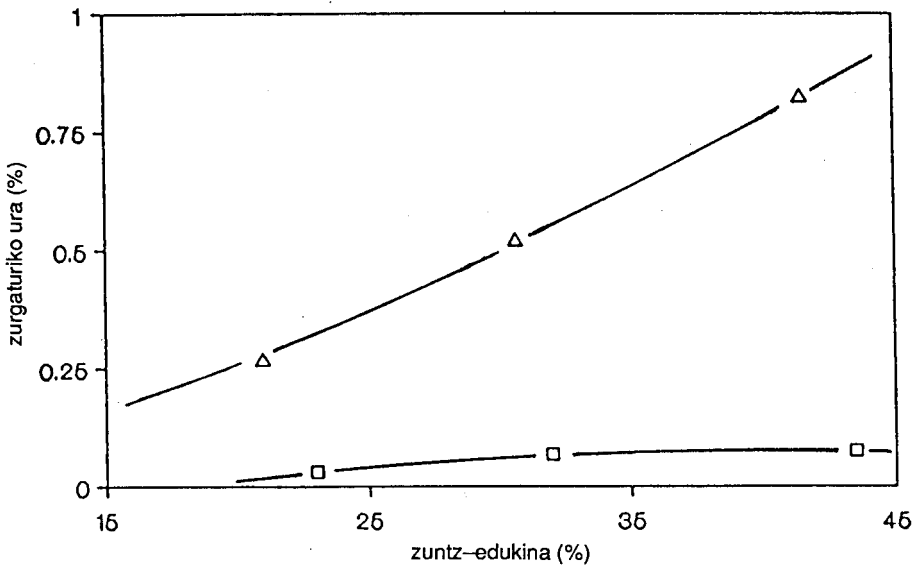
6. irudia. Desloturiko zuntzdun TREri egindako espekto infragorria

-kimikoa lortutako daturik interesgarrienak hurrengo lerroetan aipatuko direnak ditugu. Dentsitatea,  $1,05-1,25 \text{ g/cm}^3$  bitarteko balioak neurtu dira,  $d=f(x)$  kurba teorikoari ondo doitu zaizkiolarik, non  $x$  zuntz-dukina den. Loturiko zuntzdun TREn gertatu ez den bezala, desloturiko zuntzdun TREn zuntz-dukina konstante mantendu da pieza osoan zehar: zuntz-luzera  $1,2 \text{ cm}$ -koa edukitzeak, homogenotasun handiko materiala izateak eta polietilenoaren gehikuntzak (lubrifikatzaile gisa) azal dezakete esandakoa. Kristaltasunean prozesuak eragin nabaria du; %40ra jaitsi bait da. Azkenik, ur-zurgapenean desberdintasun sakona aurkitu da, 7. irudian ikus daitekeenaren arabera. Matrize eta sendogariaren arteko gainazala goratu ahala (hau da, zuntz-dukina eta zuntzaren homogenotasuna, barreiapena, goratu ahala) goratu egin da zurgapena. Beira-zuntzak ezin zurga deza-keenez, aipatutako gainazalean sor daitezkeen airezko mikroburbuietan dago gakoa. Materialelek ura airezko bideetatik zurgatu dutela ondoriozta daiteke beraz.

## PROPIETATE MEKANIKOEN EBA-LUAZIOA

Ondoren pieza amaituaren 8 propietate mekaniko aztertu dira, hala nola, tiraketarekiko erresistentzia, modulua eta luzapena, makurdurarekiko erresistentzia eta modulua, Charpy-ren penduluko talkan zurgaturiko energia, talka-tiraketan zurgaturiko energia eta Shore D gogortasuna. Entseiuak plastiko eta material konposatuetarako UNE arauetara segituz burutu dira.

Adibide modura produktu bien kasuetan propietate batzuetarako lortutako zuntz-edukinarekiko balioen tarteak eta batezbestekoa aurkeztu dira aldameneko irudietan. 8 eta 9. irudietan tiraketarekiko erresistentzien balioak ikus daitezke. 10 eta 11. irudietan berriz, Young-en moduluak. Bietan zuntz-edukinarekiko menpekotasuna argia bada ere, loturiko zuntzdun TREan da sakonagoa, moduluen kasuan behintzat. Makurdurarekiko moduluen kasuan (12 eta 13. irudiak) eta Charpy-ren penduluko talkan zurgaturiko

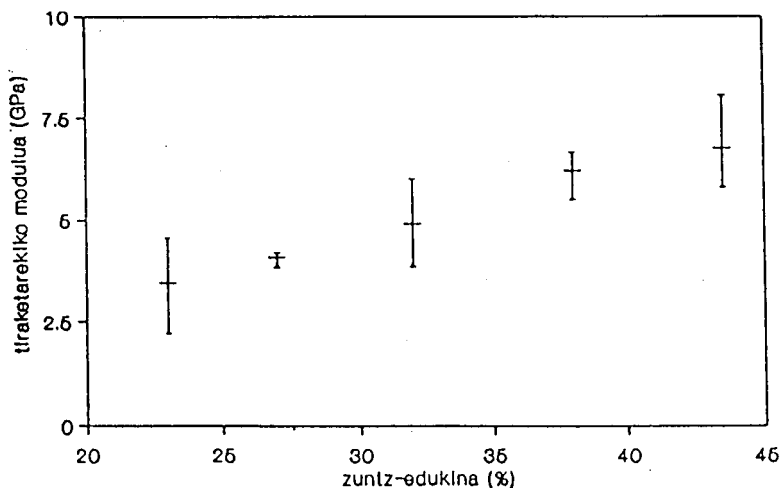


7. irudia. Desloturiko (Δ) eta loturiko (□) zuntzdun TREen ur-zurgapena, zuntz-edukinaren arabera

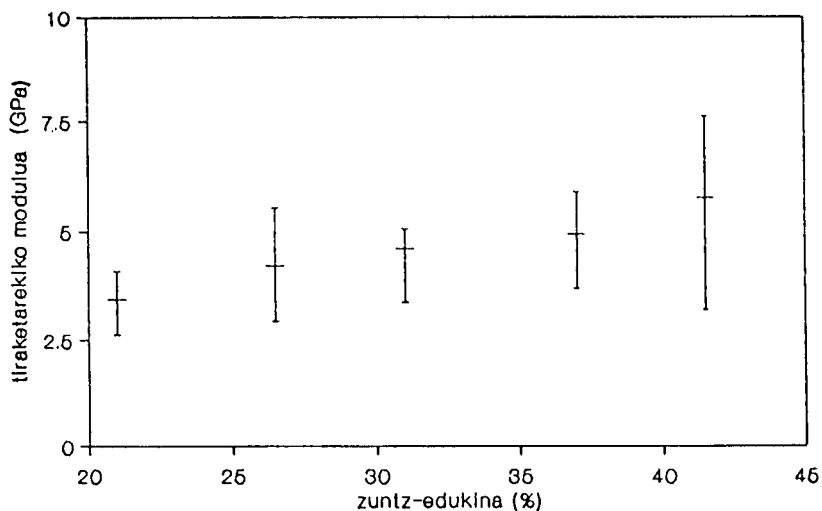
energiak (14 eta 15. irudiak) gauza bera esan daiteke. Irudietan ikus daitekeenaren arabera, propietateen balioen sakabanatzea zabala izan da, konpositeen arloan, matrize termoplastikoa dugunean gehienbat, maiz gertatzen

denez. Zenbait propietatetan desloturiko zuntzdun TREren zuntz-dukinean asetzeari agertu omen da, ikertutako tartean.

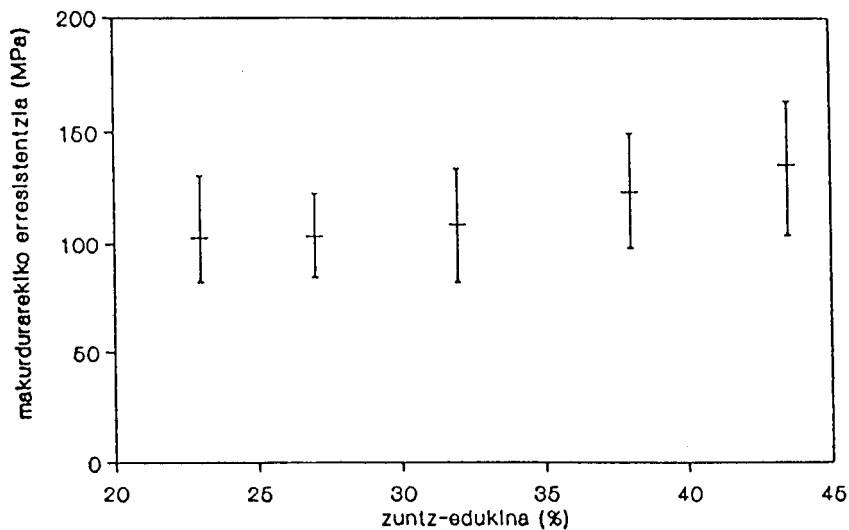
Azkenik, pieza amaituaren gainazal-kalitaterik hoberena lortzeko zenbait entseiu



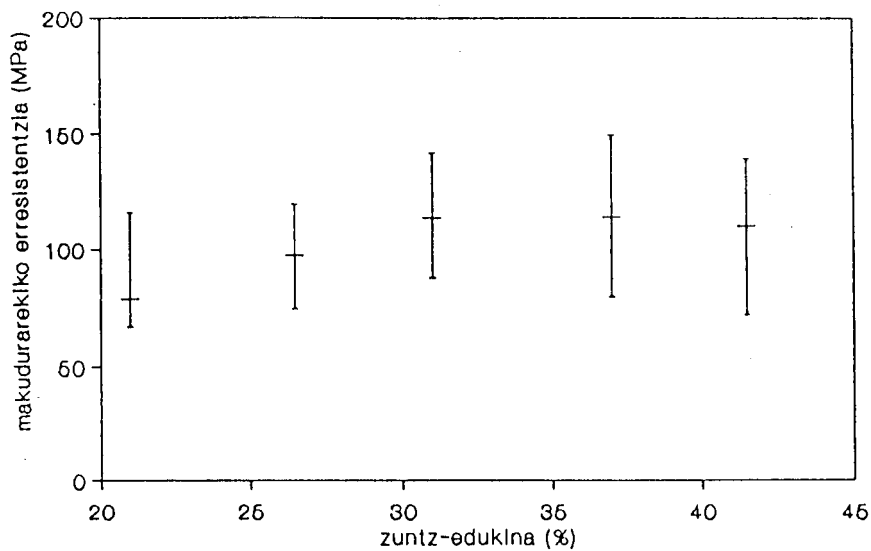
8. irudia. Loturiko zuntzdun TREren tiraketarekiko modulua zuntz-dukinarekin arabera



9. irudia. Desloturiko zuntzdun TREren tiraketarekiko modulua zuntz-dukinarekin arabera

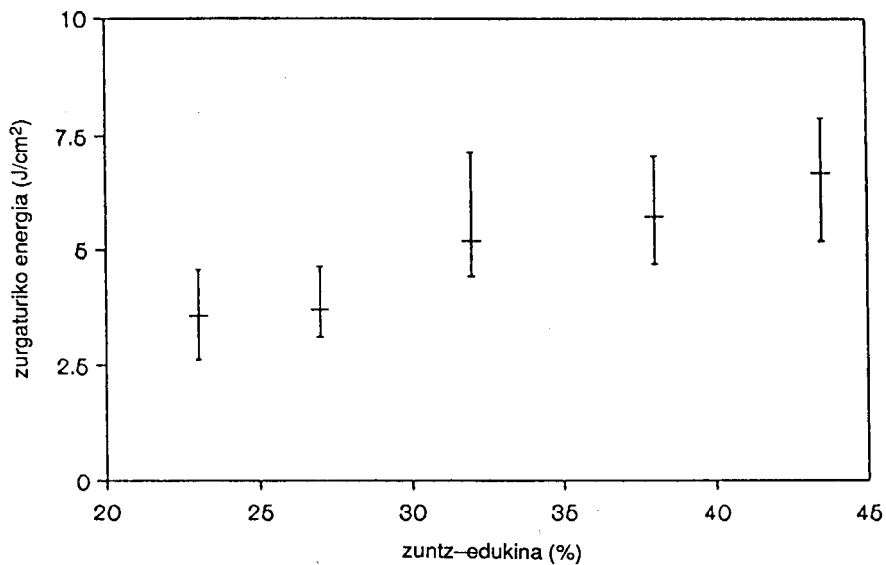


10. irudia. Loturiko zuntzdun TREren makudurarekiko erresistentzia zuntz-edukinaren arabera

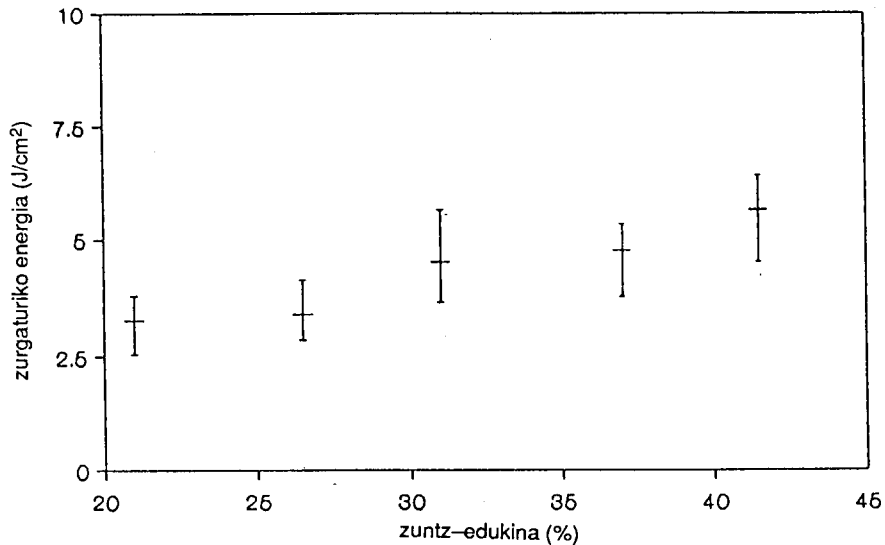


11. irudia. Desloturiko zuntzdun TREren makudurarekiko erresistentzia zuntz-edukinaren arabera

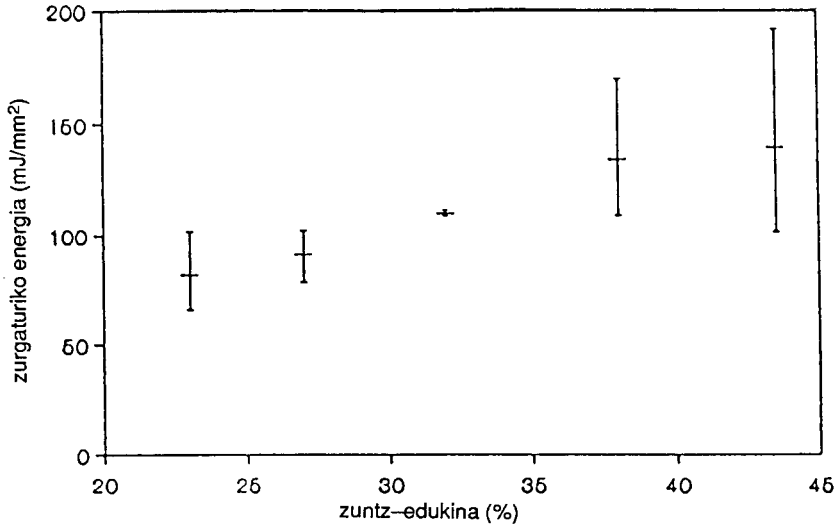




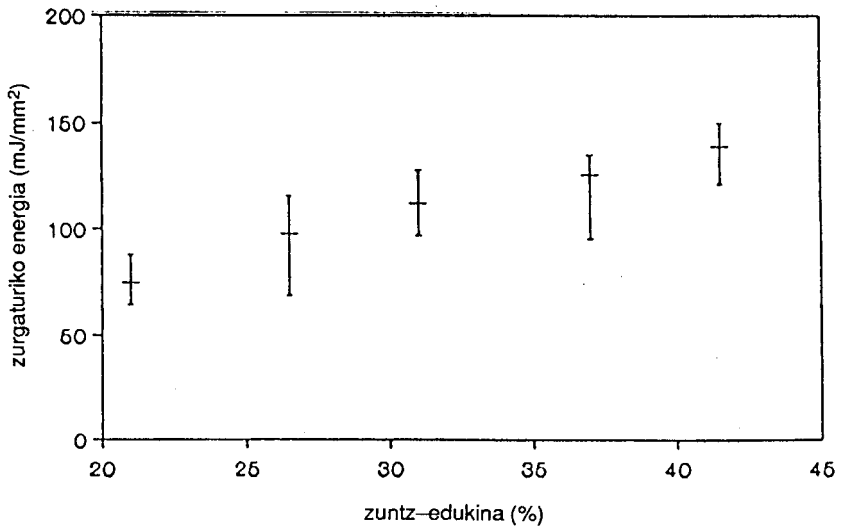
12. irudia. Loturiko zuntzdun TREren talkan zurgatutako energia zuntz-educinaren arabera



13. irudia. Desloturiko zuntzdun TREren talkan zurgatutako energia zuntz-educinaren arabera



14. irudia. Loturiko zuntzdun TREren talka-tiraketan zurgatutako energia zuntz-educinaren arabera



15. irudia. Desloturiko zuntzdun TREren talka-tiraketan zurgatutako energia zuntz-educinaren arabera

