

Cartafueyos Asturianos
de Ciencia y Teunoloxía

Payares 2024 // Número 14

Ciencias

Paisaxe dende la rampla Payares

//// MÁS DATOS SOBRE'L CAMBÉU CLIMÁTICU ////

//// HISTORIA DE LA MINERÍA METÁLICA ASTURIANA ////



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo



REDAICIÓN

////// **Conseyu de redaición**
 Presidenta: Ana María Cano González
 Direutor: Carlos Lastra López

////// **Comité d'espulización**
 Mario Díaz Fernández
 Santiago García-Granda
 Xabiel García Pañeda
 Eva García Vázquez
 Juan José Lastra Menéndez
 Carlos López Fernández
 Concha Masa Noceda
 David Melendi Palacio
 Xosé Antón Suárez Puente
 Pedro Suárez Rodríguez

////// **Diseño gráficu y maquetación**
 Nacho Arbesú

////// **Semeya de portada**
 Paisaxe del puertu dende la estación de
 Payares. Semeya d'Agustina Pérez Martín
 fecha na seronda del 2017.

EDITA

Academia de la Llingua Asturiana

C/ L'Águila, 10
 Apartáu de Correos 574
 33080 Uviéu

Tfnu. 985 211 837

www.alladixital.org

edicion@alladixital.org

 AcademiadelaLlinguaAsturiana

 @ALLA_ast

////// **Depósitu Llegal:** AS-4862-2011
ISSN: 2174-9639

////// **Imáxenes:** fontes al pie de semeya
 Les opiniones y artículos equí recoyíos son
 responsabilidá de los sos autores y nun han ser
 necesariamente compartíos pola revista.

SUMARIU

4 / ***Les foles de calor marines nel Cantábricu***
 Por Paula IZQUIERDO MURUAIS

16 / ***Impautos del cambéu climáticu en sistemes
forestales d'Asturies***
 Por Ángel M. FELICÍSIMO

28 / ***Los paisaxes asturianos énte una nueva
xeneración de fueos forestales***
 Por José Valentín ROCES DÍAZ, Arturo COLINA VUELTA
 y Susana SUÁREZ SEOANE

38 / ***Minería metálica asturiana:
Un viaxe a los sos oríxenes y desafíos***
 Por Luis Miguel RODRÍGUEZ TERENCE

62 / ***La rampla de Payares: ventanar esceicional
al paisaxe de los montes centrales d'Asturies***
 Por Cristina FERNÁNDEZ BUSTAMANTE
 y Daniel HERRERA ARENAS





Les foles de calor marines nel Cantábricu

Por **Paula Izquierdo Muruais**

Doctora en Bioloxía pola Universidá d'Uviéu

Cambeos drásticos na abundancia de la especie dominante Himantalia elongata en La Playa d'Artéu (Cuideiru).
[Semeyes de José Manuel Rico]

El cambéu climáticu a nivel global ye ún de los desafíos más importantes del nuedu su tiempu (IPCC, 2023). Les actividaes humanes, como la quema de combustibles fósiles, la explotación del suelu y los estilos de vida centraos nel consumu, foron los motores principales d'esti fenómenu. Nes últimes décadas, los sos efeutos fixéronse evidentes: aumentu de les temperatures globales, alteraciones nos patrones climáticos, dexelu de los casquetes polares, xuba del nivel de la mar y una mayor frecuencia ya intensidá de fenómenos climáticos estremos, ente otros. Estos impautos nun afeuten namás al mediu ambiente, sinón que tamién repercuten na estabilidá de les economíes y les estructures sociales actuales y futures.

Les foles de calor marines (FCM, OCM en castellanu) son periodos de temperatures anormalmente altes que puen durar dende díes hasta meses, estendese miles de quilómetros y alcanzar fondures d'hasta cientos de metros nel océanu; nun son cosa nueva y puen ser naturales, pero la so frecuencia ya intensidá medraron globalmente nel últimu sieglu.

L'océanu desempeña un papel perimportante nel bientar humanu. Dende'l puntu de vista económicu, contribúi col 2,5 % del productu interior brutu global, emplega al 1,5 % de la fuercia llaboral mundial y espérase qu'algame un valor estimáu de 3 mil millones de dólares estaonunidenses pa 2030 (OECD, 2016). Ecolóxicamente, l'océanu regula'l clima global al absorber y almacenar grandes cantidaes de dióxidu de carbonu, caltién l'equilibriu y los servicios de los ecosistemas y agospia hábitats imprescindibles pa sobrevivencia d'una gama de biodiversidá amplia, ente otros munches funciones esenciales. Conservar océanos saludables y sosteníos ye esencial p'algamar los oxetivos climáticos

y sociales y p'asegurar un futuru resiliente ya igualitariu, un futuru qu'anguaño s'alcuentra nuna encruciyada.

El calentamientu global de los océanos xurde como un tema central na investigación ambiental de les últimes décadas por mor de les sos fondes implicaciones pa los ecosistemas marinos y el planeta nel so conxuntu. Nesti contestu, debió a los sos efeutos na biodiversidá marina, los ecosistemas y les actividaes socioeconómiques rellacionaes, los fenómenos estremos de temperatura como les foles de calor marines recibieron cada vez más atención. Les foles de calor marines (FCM)¹ son periodos de temperatures anormalmente altes que puen durar dende díes hasta meses, estendese miles de quilómetros y

alcanzar fondures d'hasta cientos de metros nel océanu. Aunque nun son un fenómenu nuevu y puen ocurrir de manera natural, la so frecuencia ya intensidá medraron globalmente nel últimu sieglu, impulsaes pol cambéu climáticu. Debío a la preocupación creciente polos sos impautos, cuantificar les tendencias y patrones de les foles de calor marines establecióse como una prioridá.

El términu «fola de calor marina» apaeció per primer vez pa describir un momentu d'agües enforma calientes n'Australia occidental en 2011, marcando l'entamu de la investigación nesti campu. Sicasí, nun foi hasta 2016 que Hobday *et al.* (2016) foron a acordar una definición,

1. Olas de Calor Marinas (OCM) en castellanu.

describiendo les FCM como «fenómenos discretos y llargos d'agües anormalmente calientes». Tamién se definen cuantitativamente con criterios específicos: tienen que superar el percentil 90 del periodu climatolóxicu de referencia y durar, a lo menos, cinco díes consecutivos. Esti marcu facilitó la comparanza d'episodios de FCM a nivel mundial y ayudó a entender el so impautu nos ecosistemas marinos.

Les FCM xurden d'una combinación de factores llocales y globales. Llocalmente, orixínense dende cambeos na temperatura de la capa superficial del océanu, impulsaos por procesos como l'intercambéu de calor ente l'aire y la mar o les corrientes oceániques. A nivel global, el calentamientu oceánicu ye'l principal responsable del aumentu na so incidencia ya intensidá nes últimes décadas. Les proyeiciones de futuru suxeren que les FCM van volverse a nivel global más abondoses y más duraderes nos próximos años (Oliver *et al.*, 2019), fechu qu'amenaza la salú y sostenimientu de les comunidaes marines y pon en riesgu los servicios tan valoratibles que proporcionen los océanos.

Los impautos ecolóxicos y socioeconómicos de les FCM son estremaos y de gran fondura. Puen causar acontecimientos de mortalidá masiva, perda de praderes marines y viesques d'algues, aumentu nocivu d'algues, cambeos na distribución d'especies y la reestructuración o mesmo l'agotamientu d'ecosistemas marinos. Estos impautos refléxense na economía al traviés de riesgos pa la salú, reducción del turismu, disminución de cuotes de pesca, piesllu de pesqueríes y, inclusive, tensiones polítiques (Smith *et al.*, 2021). A medida que les FCM intensifiquen el conflictu ente humanos y vida salvaxe, ser a entender les respuestas específiques de los eco-

Los impautos ecolóxicos y socioeconómicos de les FCM son estremaos y de gran fondura. Puen causar acontecimientos de mortalidá masiva, perda de praderes marines y viesques d'algues, blanquiamientu de corales, aumentu nocivu d'algues, cambeos na distribución d'especies y la reestructuración o mesmo l'agotamientu d'ecosistemas marinos.

sistemas vuélvese esencial pa dirixir esfuerzos efeutivos de conservación y xestión n'estremaes rexones del mundu.

Siguiendo esta problemática, pue ponese'l focu nel mar Cantábricu y el golfu de Vizcaya, entornos marinos templaos con carauterístiques úniques que los definen: patrones de circulación relativamente débiles influenciaos pol Atlánticu, un meciú d'estratificación de les mases d'agua de calter estacional pronunciáu y procesos llocales como l'afloramientu costeru, la descarga de ríos y la dinámica de mareas, que provoquen fluctuaciones importantes na producción primaria na plataforma continental (Borja *et al.*, 2019). Esta ye una rexón única pa la investigación

Los análisis nel golfu de Vizcaya, amuesen un claru aumentu de la temperatura superficial del mar, con incrementos d'ente 0,10 y 0,25° C por década, y tamién tendencias consistentes a lo llargo de los últimos 40 años, nos que s'observa un incrementu notable na so frecuencia (~75-80 % más de días de FCM por década) y duración (2,5-3 días más llargos por década). Dende la Estaca de Bares al País Vascu, la incidencia de FCM multiplicóse por seis nes últimes cuatro décadas.

ambiental, con una llarga tradición n'estudios y exploración, pero con una fienda importante nel siguimientu y carauterización de FCM. A raíz de la medra na so frecuencia ya intensidá en tol mundu, y a la vista de los sos impautos perxudiciales y duraderos nos ecosistemas marinos, nos últimos cinco años centré los mios esfuerzos n'entender les FCM y abordar tres aspectos clave na so exploración: carauterización, detectabilidad y evaluación d'impautos. El productu final d'esi esfuerzu constituye la mio tesis doctoral y los resultaos que saquen apurren conocencies nuevas sobre la incidencia y duración de les FCM nel golfu de Vizcaya nes últimes décadas.

LA TEMPERATURA NA SUPERFICIE LA MAR

La tesis dedica una atención significativa a la estimación de tendencias a llargu plazu nes temperatures de la superficie de la mar y carauterístiques clave de les FCM, ente otres variables ambientales d'interés. Los análisis, efeutuaos a diferentes escales espaciotemporales nel golfu de Vizcaya, amuesen un claru aumentu de la temperatura superficial de la mar, con incrementos d'ente 0,10 y 0,25° C por década. Les FCM tamién amuesen tendencias consistentes a lo llargo de los últimos 40 años, nos que s'observa un incrementu notable na so frecuencia (~75-80 % más de días de FCM por década) y duración (2,5-3 días más llargos por década)

siguiendo un patrón asemeyáu al que s'observa a nivel global. Concretamente na costa Cantábrica, dende'l cabu Estaca de Bares al País Vascu, la incidencia de FCM multiplicóse por seis

nes últimas cuatro décadas. Esti aumentu ta estrechamente rellacionáu cola tendencia al calentamientu de los océanos alimentáu pol cambéu climáticu global. Na última década, al rodiu de la metá de les FCM rexistraes na costa cantábrica produxéronse baxo la so influencia. N'otres pallabres: estes FCM nun ocurriríen nun siendo pol calentamientu oceánicu d'anguaño (Figura 1).

Magar que'l calentamientu global del océanu ye'l principal fautor qu'esplica l'apaición de FCM en tol mundu, los fenómenos atmosféricos de variación climática tamién xueguen un papel perimportante pa xenerar temperatures

superiores a la media. Ún de los fenómenos más influyentes nel Atlánticu noreste ye'l Patrón del Atlánticu Este, que tien una fase positiva que s'asocia con temperatures atmosféricas y oceániques perriba de lo normal en tola rexón. Nel golfu de Vizcaya, esti patrón esplica, aproximadamente, el 25 % de la variación na temperatura superficial de la mar (Borja *et al.*, 2019) y, amás, paez desempeñar un papel clave na apaición de FCM. Una de les investigaciones previes, llevada alantre en dos llocalidaes intermareales de la costa cantábrica, reveló que más del 75 % de les FCM rexistraes nelles ente 1998

y 2019 coincidieron cola fase positiva del Patrón del Atlánticu Este, lo que suxer una fuerte influencia d'esti fenómenu atmosféricu na apaición de temperatures oceániques estremes. Si bien el futuru de les FCM nel golfu de Vizcaya sigue siendo una incógnita, l'aumentu na frecuencia y duración de la fase positiva del Patrón del Atlánticu Este na última década (NOAA Climate Prediction Center, 2024) apunta a que van seguir teniendo una incidencia significativa na rexón, lo que xenerará una serie d'impautos en dellos niveles.

Los efeutos ecolóxicos y socioeconómicos del calentamientu oceánicu y la mayor frecuencia de FCM son especialmente visibles nes zones costeres (Smith *et al.*, 2021). Estes árees, que s'alcuentren ente les más dinámiques y productives del planeta, agospian ecosistemas diversos y fráxiles y son mui sensibles a les presiones climátiques. Por ello, nestes rexones ye perimportante contar con evaluaciones precises de la temperatura pa diseñar estratexes

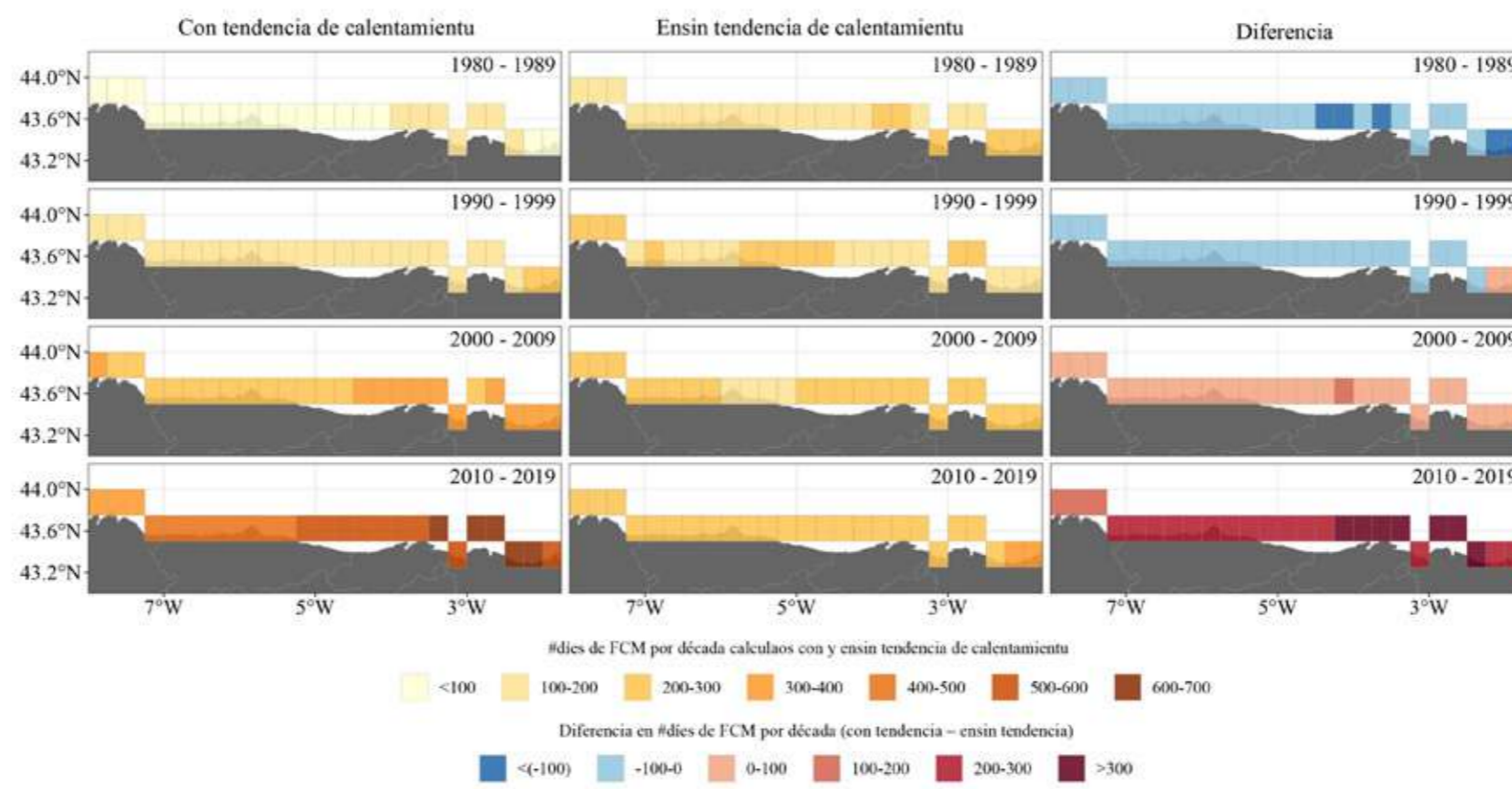


Figura 1. Promediu de días con foles de calor marines por década a lo llargo de la costa del mar Cantábricu (n=25). Les foles de calor indentificáronse al traviés de series temporales de temperatura que: I) consideraron la tendencia al calentamientu oceánicu (primer columna) y II) nun consideraron esa tendencia (segunda columna). Na tercer columna amuézase la diferencia nel número de días de foles de calor ente dambos enfoques (con tendencia – ensin tendencia).

que miren polos ecosistemas marinos frente a los efeutos del calentamientu global y de les FCM. Sicasí, estrayer datos fiables ye un desafío. Los dos métodos principales de siguimientu de temperatures superficiales del mar, dende satélite ya *in situ* presenten diferencies notables cuando s'apliquen a nivel costeru. Per un llau, les midíes de satélite tienen una cobertura espaciu-temporal amplia y puen algamase de manera cenciella, pero, cuando s'apliquen en zones costeres, la proximidad de la tierra y otros procesos llocales, como l'afloramientu, compliquen el siguimientu precisu de temperatures. Per otro llau, les midíes *in situ*, anque son de mayor precisión a nivel costeru, suelen tener una cobertura espaciu-temporal reducida y desixen un esfuerzu grande pa la so instalación, caltenimientu y atropu de datos.

Pa superar esta llende, desarrollemos un modelu de regresión que combina datos de temperatura *in situ* y satelitales, y qu'amás tien en cuenta la influencia de dos procesos oceánicos que son a modular les discrepancies ente dambos: l'afloramientu costeru y la estratificación estacional. Esti modelu reconcilió dambes fontes de datos y produxo una serie meyorada de temperatura que:

- I. reproducía de manera fiable les temperatures de la superficie de la mar cerca de la costa,
- II. conservaba la resolución espaciu-temporal del satélite y que, por too ello,
- III. meyoraba la detección de FCM a nivel costeru.

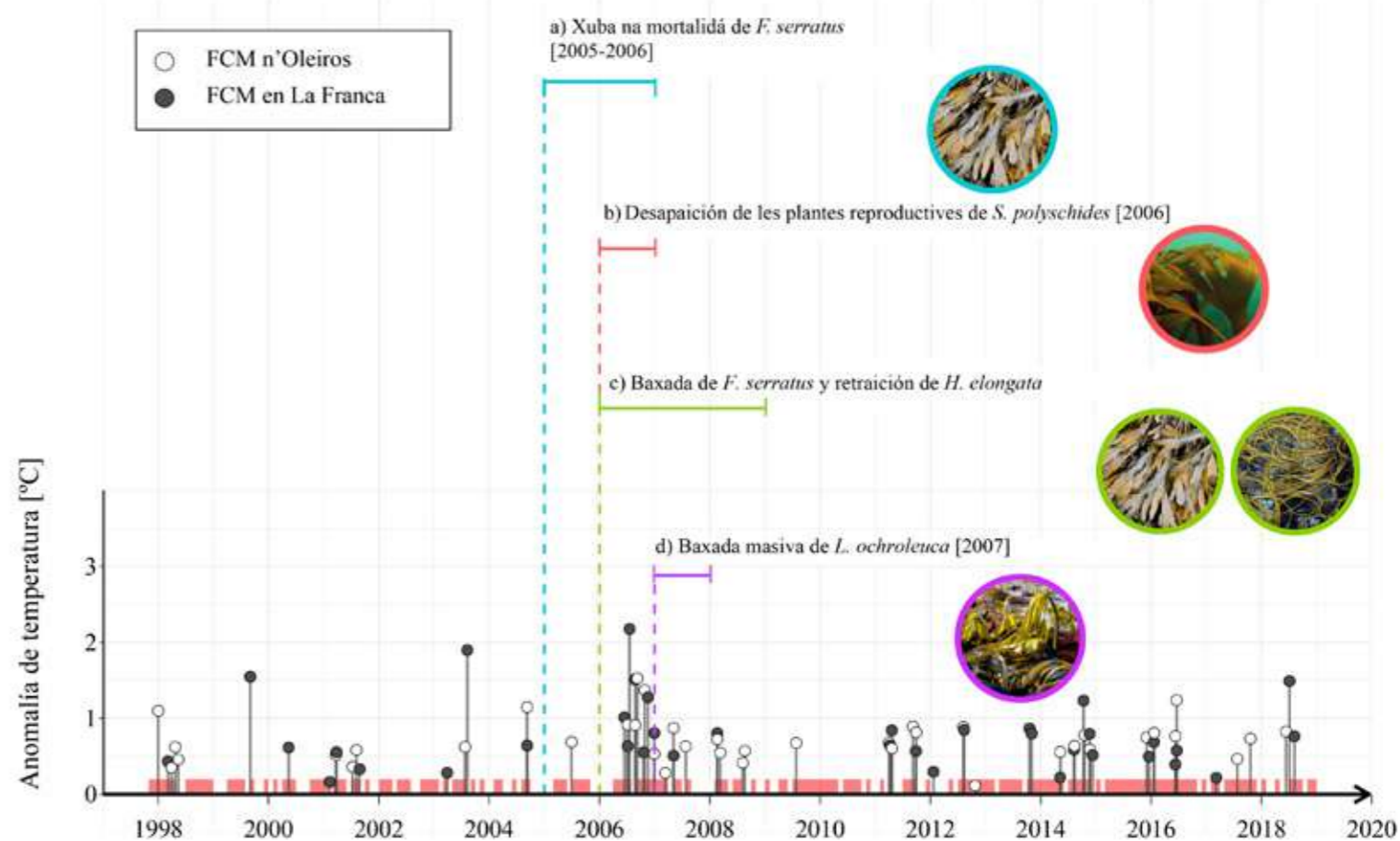
Gracies a esta reconstrucción, pudimos facer un siguimientu d'un mou fiable de la incidencia y carauterístiques de les FCM qu'ocurrieron nes últimes cuatro décadas a lo llargo de la

costa cantábrica, lo que tien el potencial de facilitar predicciones más precises al rodiu de los sos impautos a nivel costeru y meyorar la planificación de midíes de conservación pa estos entornos, que contienen ecosistemas d'una importancia esencial.

Nel futuru cercanu podríamos ver cambeos importantes na biodiversidá marina de rexones como'l golfu de Vizcaya: desplazamientos nos rangos de distribución d'especies, acontecimientos de mortalidá masiva, alteraciones nes redes alimentaries, o reestructuraciones estenses de los ecosistemas marinos, ente otros.

EFEUTOS NA BIODIVERSIDÁ

A nivel global, espérase que los grandes ecosistemas marinos de tol mundu enfrenten nos próximos años un aumentu xeneralizáu na frecuencia de FCM, lo que representa una amenaza fonda pa los organismos que los habiten, inclusive si llograren adautase al calentamientu promediu de los océanos (Guo *et al.*, 2022). Esto significa que nel futuru cercanu podríamos ver cambeos importantes na biodiversidá marina de rexones como'l golfu de Vizcaya: desplazamientos nos rangos de distribución d'especies, acontecimientos de mortalidá masiva, alteraciones nes redes alimentaries, o reestructuraciones estenses de los ecosistemas marinos, ente otros (Smith *et al.*, 2021). Anque tovía nun se conocen con detalle los impautos ecolóxicos de les FCM nel golfu de Vizcaya, la tesis examina la so influencia en dos comunidaes marines clave:



les macroalgues que formen l'hábitat y los pexes peláxicos pequeños.

Los **macroalgues** son un componente críticu de los ecosistemas marinos: constitúin la base de la rede trófica, proporcionen hábitats esenciales pa una gran variedá d'especies y contribúin de manera activa al atropu de carbonu. Nes últimes décadas, les FCM desempeñaron un papel significativu na so decadencia en distintes rexones del planeta, lo que pue desencadenar efeutos dominó que conduzan a la perda de biodiversidá y, n'última instancia, a la francedura del ecosistema (Straub *et al.*, 2019).

Nel sur del golfu de Vizcaya, les poblaciones autóctones de macroalga esperimentaron una

Figura 2. Anomalia de temperatura [por exemplu, temperatura que supera la llende del percentil 90] de les foles de calor marines rexistraes nos llugares costeros d'Oleiros (puntos abiertos) La Franca (puntos sólidos). Indíquense los periodos de cambeos poblacionales significativos en comunidaes llocales de macroalgues, documentaos en: [a] Viejo *et al.* [2011], [b] Fernández [2011], [c] Duarte *et al.* [2013] y [d] Voerman *et al.* [2013]: Fucus serratus, Saccharhiza polyschides, Himanthalia elongata y Laminaria ochroleuca. Les barras coloraes amuesen les fases positives del patrón atlántico este.

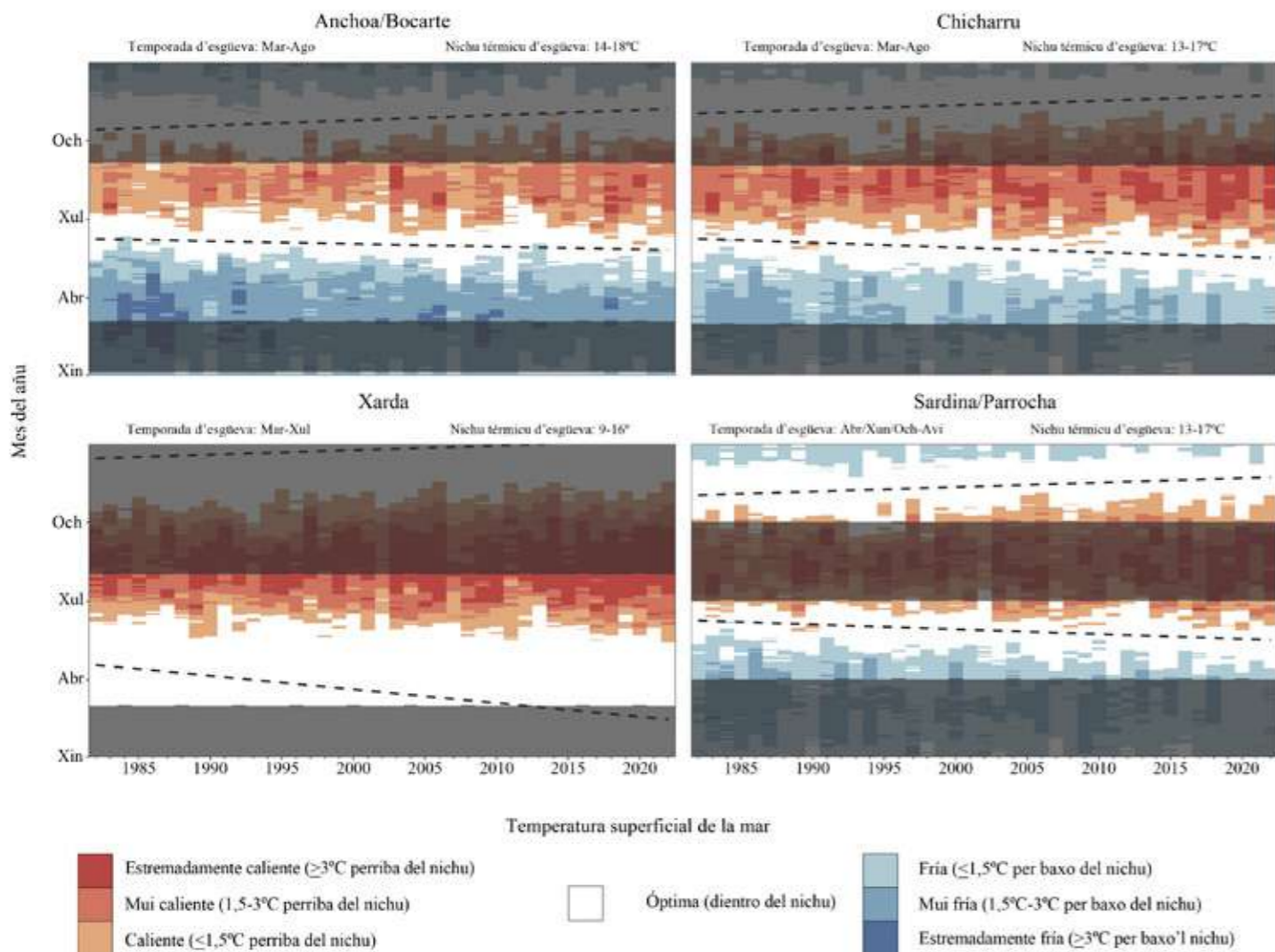


Figura 3. Diagrama de Hovmöller qu'amuesa les temperatures medies diaries de la superficie de la mar na plataforma continental del golfu de Vizcaya nel periodu de 1982 a 2022, clasificaes según la so proximidad al nichu térmicu de la esgüeva de cada especie. Lo asolombrao resalta les temporaes d'esgüeva de cada especie. Les llinies discontinues indiquen la evolución de los momentos estimaos del añu nos que les temperatures s'averen a la media del nichu térmicu de la esgüeva de cada especie.

regresión progresiva nes últimes cinco décadas, paralelamente a la espansión d'especies non autóctones con afinidá por temperatures más calientes, lo que s'atribuyó en gran medida al calentamientu oceánicu (Arriaga *et al.*, 2023). Anque'l calentamientu a llargu plazu pue inducir estrés subletal na fisioloxía de la macroalga, la esposición proullongada a temperatures superiores a la media pue resultar na disminución de les poblaciones, contraiciones nel so rangu de distribución o, inclusive, estinciones llocales (Straub *et al.*, 2019). Nesti contestu, ún de los capítulos de la tesis suxer una posible correllación ente la incidencia de les FCM na costa del Cantábricu central y cambeos na presencia y distribución de poblaciones de macroalgues documentaes na lliteratura² (Figura 2). Les implicaciones d'esta correllación pal funcionamientu de los ecosistemas marinos del Cantábricu puen ser importantes, sobre too teniendo en cuenta que s'espera que'l fluxu d'enerxía dende los niveles más baxos de la cadena trófica amenorgue progresivamente nel futuru cercanu baxo la influencia del cambéu climáticu (Ullah *et al.*, 2018).

Los **pexes peláxicos pequeños**, pela cueta, desempeñen roles perimportantes en dos frentes: ecolóxicu y comercial. Nun sen ecolóxicu, son fundamentales na cadena alimentaria, yá qu'actúen como puntos esenciales de tresferencia d'enerxía ente los niveles tróficos altos y baxos. Comercialmente, representen un porcentaxe importante de la pesca y contribúin d'un mou significativu a los ingresos económicos, la seguridá alimentaria y el

sofitu a la industria al traviés de la producción de farina y aceite de pescáu. Sicasí, la sobrepesca y el cambéu climáticu llevaron a una mengua nes poblaciones de pexes marinos en tol mundu, lo que compromete la provisión sostenida d'estos bienes y servicios (IPCC, 2023).

Les comunidaes de pexes puen reaccionar de manera diferente a les FCM en función de les sos estratexes de vida y la so sensibilidá a les condiciones ambientales. Na plataforma continental del golfu de Vizcaya, observemos que les FCM, anguaño, nun afeuten a la sobrevivencia temprana del bocarte/anchoa y la parrocha/sardina, pero tienen efeutos opuestos na xarda y el chicharru, favoreciendo al primeru y perxudicando al segundu. Tamién detectemos una frecuencia creciente de temperatures estremadamente altes pa la esgüeva (más de 3° C perriba del nichu térmicu), lo qu'indica que les condiciones del golfu de Vizcaya tán volviéndose, amodo, menos adecuades pa estes especies (Figura 3). Los últimos informes espeyen que les poblaciones de bocarte, xarda, chicharru y otres especies de pexe típiques de llatitúes más baxes tán redistribuyéndose nel Atlánticu noroeste en respuesta al calentamientu oceánicu, desplazándose pa los polos nes llendes más septentrionales de los sos rangos de distribución y contrayéndose nes llendes más meridionales (Gordó-Vilaseca *et al.*, 2023). Esto suxer una probabilidad menor de la presencia d'estes especies nel golfu de Vizcaya col tiempu, lo que sorraya la necesidá de reformes na xestión de les sos poblaciones p'asegurar el so sostenimientu y prevenir posibles conflictos pesqueros.

2. N. del editor: ver Rico-Ordás, *Ciencias* 8, pp. 20-29, y Rodríguez-López, *Ciencias* 13, pp. 4-15.

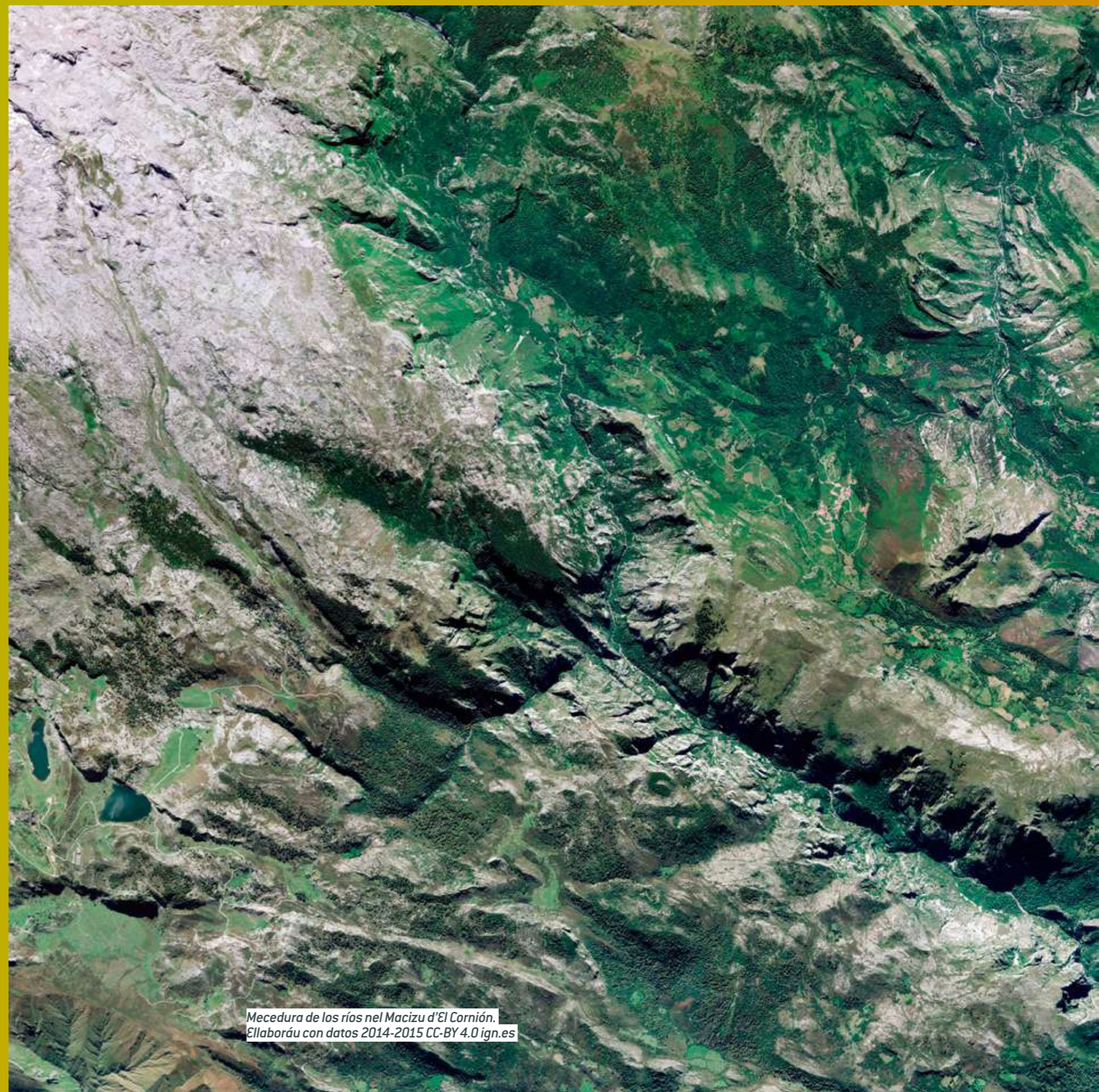
CONCLUSIÓN

La base de la xestión caltenible de los océanos ye la investigación, yá que proporciona la conocencia y la evidencia necesaries pa tomar decisiones informaes, inxertar midíes de conservación efeutives y asegurar la salú y la resiliencia a llargu plazu de los océanos globales. Nesti sentíu, facer un siguimientu de la incidencia de FCM nel golfu de Vizcaya y entender cómo afeuten la biodiversidá y el funcionamientu de los ecosistemas marinos llocales ye esencial pa la preservación del equilibriu ecolóxicu y el sostenimientu de los medios de vida y les actividaes económicques que dependen de los sos recursos. Equí preséntense les contribuciones principales: un análisis de les tendencias de les FCM nes últimes cuatro décadas, una metodoloxía meyorada pa detectales a nivel costeru y una comprensión más fonda de la so influencia ya impautos en dos comunidaes marines significatives de la rexón. El nuesu oxetivu ye qu'esti trabayu nun espeye namás los efeutos de les FCM nel golfu de Vizcaya, sinón que tamién inspire esfuerzos d'investigación, conservación y formulación de polítiques pa trabayar hacia un futuru más caltenible pa les comunidaes marines y humanes que lu habiten.

Referencies bibliográfiques

- Arriaga, O., Wawrzynkowski, P., Ibáñez, H., Muguerza, N., Díez, I., Pérez-Ruzafa, I., Gorostiaga, J. M., Quintano, E., & Becerro, M. A. (2023). Short-term response of macroalgal communities to ocean warming in the Southern Bay of Biscay. *Marine Environmental Research* 190. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2023.106098>
- Borja, A., Amouroux, D., Anschutz, P., Gómez-Gesteira, M., Uyarra, M. C., & Valdés, L. (2019). Chapter 5—The Bay of Biscay. En C. Sheppard (Ed.). *World Seas: An Environmental Evaluation (Second Edition)*, pp. 113–152. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805068-2.00006-1>
- Gordó-Vilaseca, C., Stephenson, F., Coll, M., Lavin, C., & Costello, M. J. (2023). Three decades of increasing fish biodiversity across the northeast Atlantic and the Arctic Ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 120(4). <https://doi.org/10.1073/pnas.2120869120>
- Guo, X., Gao, Y., Zhang, S., Wu, L., Chang, P., Cai, W., Zscheischler, J., Leung, L. R., Small, J., Danabasoglu, G., Thompson, L., & Gao, H. (2022). Threat by marine heatwaves to adaptive large marine ecosystems in an eddy-resolving model. *Nature Climate Change* 12(2), pp. 179–186. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01266-5>
- Hobday, A. J., Alexander, L. V., Perkins, S. E., Smale, D. A., Straub, S. C., Oliver, E. C. J., Benthuisen, J. A., Burrows, M. T., Donat, M. G., Feng, M., Holbrook, N. J., Moore, P. J., Scannell, H. A., Sen Gupta, A., & Wernberg, T. (2016). A hierarchical approach to defining marine heatwaves. *Progress in Oceanography* 141, pp. 227–238. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2015.12.014>
- IPCC. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *IPCC, Geneva, Switzerland*, pp. 35–115. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- NOAA Climate Prediction Center. (2024). *EA: Plotted Historical Time Series*. NOAA National Weather Service. https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/ea_ts.shtml
- Oliver, E. C. J., Burrows, M. T., Donat, M. G., Sen Gupta, A., Alexander, L. V., Perkins-Kirkpatrick, S. E., Benthuisen, J. A., Hobday, A. J., Holbrook, N. J., Moore, P. J., Thomsen, M. S., Wernberg, T., & Smale, D. A. (2019). Projected Marine Heatwaves in the 21st Century and the Potential for Ecological Impact. *Frontiers in Marine Science* 6. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2019.00734>
- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). (2016). The Ocean Economy in 2030. *OECD Publishing, Paris*. <https://doi.org/10.1787/9789264251724-en>
- Smith, K. E., Burrows, M. T., Hobday, A. J., Sen Gupta, A., Moore, P. J., Thomsen, M., Wernberg, T., & Smale, D. A. (2021). Socioeconomic impacts of marine heatwaves: Global issues and opportunities. *Science* 374. <https://doi.org/10.1126/science.abj3593>
- Straub, S. C., Wernberg, T., Thomsen, M. S., Moore, P. J., Burrows, M. T., Harvey, B. P., & Smale, D. A. (2019). Resistance, Extinction, and Everything in Between – The Diverse Responses of Seaweeds to Marine Heatwaves. *Frontiers in Marine Science* 6. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2019.00763>
- Ullah, H., Nagelkerken, I., Goldenberg, S. U., & Fordham, D. A. (2018). Climate change could drive marine food web collapse through altered trophic flows and cyanobacterial proliferation. *PLoS Biology* 16(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2003446>

Impactos del cambio climático en sistemas forestales d'Asturias



Por **Ángel M. Felicísimo**

Cadernalgu d'Inxeniería Cartográfica, Xeodesia y Fotogrametría

Centro Universitario de Mérida

Universidad de Extremadura

Mecedura de los ríos nel Macizu d'El Cornión.
Elaboráu con datos 2014-2015 CC-BY 4.0 ign.es

Hai más d'una década, ente los años 2008 y 2010, fixéronse dos proyeutos por encargu del Ministeriu de Mediu Ambiente y Mediu Rural y Marín que teníen un oxetivu xeneral común: evaluar los impautos posibles y facer estimaciones de la situación futura de taxones de la flora y fauna españoles énte diversos escenarios de cambéu climáticu global (Felicísimo, 2011). A partir d'estos antecedentes, n'años posteriores lleváronse alantre trabayos asemeyaos aplicando les mesmes téuniques a les viesques de países como Méxicu, L'Arxentina, L'Ecuador y Colombia (Felicísimo & Cuartero, 2015) pa, a la fin, facer un proyeutu global de les viesques de los Andes meridionales sudamericanos (Alberdi & Felicísimo, 2016).

Los trabayos mentaos inténgrense dientro d'un tópicu que suel llamase modelu de distribución potencial, aunque ye conveniente destacar que, nes últimes décadas, recibió nomes estremaos: modelos de nichu, modelos d'idoneidá o modelos predictivos del hábitat. Anguaño, suel falase de «modelos de distribución d'especies» que se reflexen cartográficamente nun mapa d'idoneidá d'hábitat o d'hábitat potencial, aunque vamos ver qu'equí falamos namás del nichu climáticu.

Convién destacar que'l modelu de distribución potencial, nes últimes décadas recibió nomes estremaos: modelos de nichu, modelos d'idoneidá o modelos predictivos del hábitat. Anguaño, suel falase de «modelos de distribución d'especies» que se reflexen cartográficamente nun mapa d'idoneidá d'hábitat o d'hábitat potencial

Pa la construcción d'estos modelos desarrolláronse métodos complementarios y, sobre too, discutiéronse les llendes d'estos modelos a la hora de la so interpretación. Estes llendes inclúin que, na construcción de los modelos, namás se consideren variables abiótiques, normalmente climátiques, mientras que les interacciones y la dinámica ecosistémica nun consiguieron integrase d'un mou afayadizu. Una revisión de los métodos más habituales y de la so potencialidá y llendes pue vese en Muñoz y Felicísimo (2004) o en Mateo *et al.* (2011).

Los mayores llogros del modeláu predictivu produxéronse na construcción de modelos pa predicir les respuestes d'especies, especialmente vexetales, énte cambeos nes variables climátiques. Estos modelos puen construyise siempre qu'esista una disponibilidá de datos con abunda presencia en tamaño de muestra y n'exautitú espacial.

OXETIVOS

L'oxetivu d'esti trabayu ye presentar, baxo un escenariu de cambéu climáticu global, los efeutos derivaos d'él que se daríen nes zones consideraes como idónees pal crecimentu de cuatro especies forestales na comunidá autónoma d'Asturies. Usando les téuniques de modeláu predictivu, podrá ellaborase cartografía de les zones climáticamente idónees nel pasáu recién y comparales coles afayadices nun futuru próximu. Podrán evaluase asina les zones estimaes de perda d'idoneidá, ganancia (zones de posible espansión) o estabilidá tanto na presencia como na ausencia.

La zona de trabayu ye la denomada en delles sectorizaciones como Norte II, qu'inclúi Asturies, Cantabria y les zones que llenden septentrionalmente de Castiella y Lleón. Esta zona (ver

figures na sección *Resultaos*) inclúi una superficie de 23.737 km² que va procesase con una resolución espacial de 1 km² y EPSG 32630.

Los resultaos refiérense a una combinación concreta de modelu, escenariu y horizonte temporal: CGCM2, A2 y 2041-2070. Podría presentase una variedá más amplia de combinaciones, pero l'oxetivu d'esti trabayu ye amosar un exemplu con efeutos d'entidá media previstos pa ofrecer una panorámica moderada de les posibles situaciones futures, ensin facer tampoco una extrapolación correspondiente al final del sieglu, onde la incertidume ye mayor.

El plantegamientu d'esti trabayu pue resumise en cuatro etapes:

- Determinación de la distribución espacial de les especies analizaes na actualidá a partir de bases de datos esistentes.
- Construcción de modelos de distribución potencial (MDP) pa cada especie en función del clima recién (determinación de «nichos climáticos»).
- Proyeición a futuru de los modelos mentaos d'alcuertu con una combinación d'escenariu, modelu climáticu y horizontes temporales.
- Cartografía de los modelos y comparanza de les distribuciones potenciales, tanto actuales como futures.

ESPECIES ANALIZAES Y LA SO PRESENCIA ANGUAÑO

Les especies que se presenten nesti trabayu son les siguientes: *Betula celtiberica* (abeduriu), *Fagus sylvatica* (faya), *Quercus pyrenaica* (rebolu) y *Quercus robur* (carbayu). Fai falta reseñar que les denominaciones taxonómiques emplegaes nel Mapa Forestal d'España (MFE) non siempre coinciden coles almitíes nel proyeutu Flora

Iberica o por otros autores, como ye'l casu del abeduriu. Nesti trabayu, nun entramos nesos aspectos taxonómicos y los taxones recuéyense tal y como apaecen nel MFE.

Pa determinar la so presencia, analizáronse los campos d'especies del Mapa Forestal d'España (MFE50) del entós Ministeriu de Mediu Ambiente y Mediu Rural y Marín, anguaño Ministeriu pa la Transición Ecolóxica y el Retu Demográficu. La presencia tradúxose a cuadrícules de 1x1 km compatible y axustada a la resolución de los mapas de variables climátiques.

CARTOGRAFÍA CLIMÁTICA

La información climática básica apúrrela l'AEMET (Axencia Estatal de Meteoroloxía) como datos xebrados n'estaciones meteorolóxiques.

El periodu de referencia emplegáu polos modelos rexonales de cambéu climáticu foi 1961-1990; consecuentemente, los datos de clima recién pa ellaborar los modelos de distribución potencial actual que s'amuesen equí son los que faen referencia a esi mesmu periodu. Magar qu'equí tratamos la zona d'Asturies, los mapas iniciales fixéronse pa la España peninsular na so totalidá. Desarrolláronse un total de 2.173 estaciones pluviométriques y 973 termométriques. Les variables incluyíes foron la temperatura media de les máximes (TX), la media de les mínimes (TM) y la precipitación total (PR), toes elles a nivel mensual. Trátase, polo tanto, de 36 variables a incluyir nos modelos, 12 mensuales pa cada variante climática.

L'AEMET ufrió estes mesmes variables, tamién a nivel d'estación meteorolóxica, pa diversos modelos y escenarios de cambéu climáticu, a partir de les proyeiciones estadístiques rexonalizaes de Brunet *et al.* (2009).

Nesti trabayu amuéense resultaos corespondientes a les proyeiciones del modelu CGCM2 (Coupled Global Climate Model del Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis), escenariu A2 (Intergovernmental Panel on Climate Change, Grupu III 2000) y horizonte temporal 2041-2070.

Dende estos datos climáticos básicos, ellaboremos los mapas en variables y meses col *kriging*¹ nel casu de la precipitación y el *cokriging* nel de les temperatures, usando la elevación como covariable. Estos mapas usáronse como variables descriptives na elaboración de los modelos predictivos d'idoneidá pa cada especie.

MODELOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

Los modelos de distribución potencial integren dellos métodos pa realizar una estimación de cómo d'afayadizu o non ye un territoriu pa una especie, formación o, en xeneral, taxón, en función de variables potencialmente influyentes. Estes téuniques conócense dende va tiempu, asina como la so potencialidá y llendes (Guisan & Zimmermann, 2000; Guisan & Thuiller, 2005; Elith & Leathwick, 2009) polo que nun vamos desarrollar equí los fundamentos estadísticos nos que se basen.

Nesti trabayu, los modelos de distribución potencial construyéronse con MAXENT, acrónimu d'entropía máxima, un algoritmu d'usu xeneral que s'adaptó pa la construcción de modelos de distribución potencial (Phillips *et al.*, 2006). Los resultaos qu'ufierta MAXENT inclúin los mapas que vamos amosar equí: modelos cartográficos d'idoneidá pa cada especie nel

1. Del francés *krigeage*; *kriging* ye un métodu d'inferencia espacial, que permite estimar los valores d'una variable en llugares non analizaos al traviés de muestres utilizando la información apurrida por otra muestra.

territoriu. El procedimientu pue resumise de la siguiente manera: MAXENT parte d'una amuesa xeorreferenciada de datos que prueben la presencia de la especie na zona de trabayu. Con estos datos analiza los valores de les variables climátiques en cada llugar y constrúi'l «nichu climáticu» multivariable de la presencia, estableciendo les rellaciones ente ella, l'ausencia de la especie y los valores de les variables.

Pa la distribución potencial, MAXENT parte d'una amuesa xeorreferenciada de datos que prueben la presencia de la especie na zona, analiza los valores de les variables climátiques en cada llugar y constrúi'l «nichu climáticu» multivariable de la presencia, estableciendo les rellaciones ente ella, l'ausencia de la especie y los valores de les variables

Dende esti análisis, MAXENT da a cada puntu del territoriu un valor d'idoneidá, que pue interpretase como un valor de la probabilidad de que la especie prospere en cada sitiu. Los valores altos correspuenden con un clima compatible col nichu climáticu calculáu primero y basáu en presencias reales. Los valores baxos asínense a llugares onde'l clima ye claramente diferente al idoneu y onde delles variables actúen como factores llende.

Los mapas d'idoneidá actual englobarán la presencia introducida como datos anteriormente, pero tamién van señalar zones potenciales onde la especie nun ta presente na actualidá aunque les condiciones climátiques seyan favorables. El motivu principal d'esos ausencias suel ser l'aición humana.

Pa construir los mapas d'idoneidá futuros, MAXENT aplica'l nichu climáticu a los mapas que son el resultáu de les proyeiciones del cambéu climáticu. Como los valores de delles variables van cambiar, les árees potenciales futures nun van coincidir coles actuales. Al traviés de la comparanza de mapas d'idoneidá actuales y futuros, va poder facese una estaya de zones de perda o ganancia potenciales y, amás, diseñar polítiques forestales o agrícolas d'acordies a los modelos.

RESULTAOS

Clima recién frente a clima futuru

La evolución del clima según modelos y escenarios nun coincide en cantidaes, pero toles combinaciones, ensin esceiciones, señalen les mesmes tendencias. Aunque namás van amosase modelos de distribución potencial pa la combinación CGCM2/A2, nesta seición al rodiu del clima vamos ampliar les combinaciones pa dar una idea global de la variabilidá de les predicciones. Equí incluyimos el modelu

	CGCM2							ECHAM4					
	1961-90	H1	Δ	H2	Δ	H3	Δ	H1	Δ	H2	Δ	H3	Δ
A2	1260	1218	-41	1228	-32	1170	-89	1105	-155	1057	-203	958	-302
B2	1260	1226	-33	1218	-41	1259	-1	1148	-112	1098	-166	1045	-214

Tabla 1. Proyeiciones pa la precipitación total añal [$l \cdot m^{-2} \cdot añu^{-1}$] correspondientes a los escenarios A2 y B2, modelos CGCM2 y ECHAM4 y diferentes horizontes temporales (H1: 2010-2040, H2: 2041-2060, H3: 2061-2100). La tendencia xeneral ye a la reducción de precipitaciones, más importante nel modelu ECHAM4.

	CGCM2							ECHAM4					
	1961-90	H1	Δ	H2	Δ	H3	Δ	H1	Δ	H2	Δ	H3	Δ
A2	16.3	17.4	1.0	18.4	2.1	19.7	3.4	18.2	1.9	19.6	3.3	21.4	5.0
B2	16.3	17.4	1.0	17.9	1.6	18.5	2.1	18.2	1.9	19.3	2.9	20.2	2.9

Tabla 2. Proyeiciones pa les temperatures medias de les máximes añales [$^{\circ}C$] correspondientes a los escenarios A2 y B2, modelos CGCM2 y ECHAM4 y diferentes horizontes temporales (H1: 2010-2040, H2: 2041-2060, H3: 2061-2100). La tendencia xeneral ye al incrementu de les temperatures respetu al periodu de referencia según avanza'l sieglu.

	CGCM2							ECHAM4					
	1961-90	H1	Δ	H2	Δ	H3	Δ	H1	Δ	H2	Δ	H3	Δ
A2	5.6	6.6	1.0	7.4	1.8	8.5	2.8	7.0	1.4	8.2	2.6	9.7	4.0
B2	5.6	6.5	0.9	7.0	1.4	7.5	1.9	7.1	1.4	8.0	2.4	8.8	3.2

Tabla 3. Proyeiciones pa les temperatures mínimes añales [$^{\circ}C$] correspondientes a los escenarios A2 y B2, modelos CGCM2 y ECHAM4 y diferentes horizontes temporales (H1: 2010-2040, H2: 2041-2060, H3: 2061-2100). La tendencia xeneral ye al incrementu de les temperatures respetu al periodu de referencia según avanza'l sieglu.

ECHAM4 (Atmospheric General Circulation Model, del Max-Planck Institut für Meteorologie) y l'escenariu B2, más conservador que l'A2, yá que supón un mayor control de les emisiones de gases d'efeutu ivernaderu. Los datos siguientes provienen del análisis de los mapas de clima recién y proyeiciones pa la zona Norte II definida enantes.

Los resultaos amuesen una tendencia a temperatures más altes, tanto mínimes como máximes. Esta variación, xunida a una baxada más o menos moderada de precipitaciones (según los modelos), supondría una seca xeneral mayor a nivel añal. Esti ye'l contestu nel que se constrúin los modelos d'idoneidá pa les especies consideraes que s'amuesen darréu.

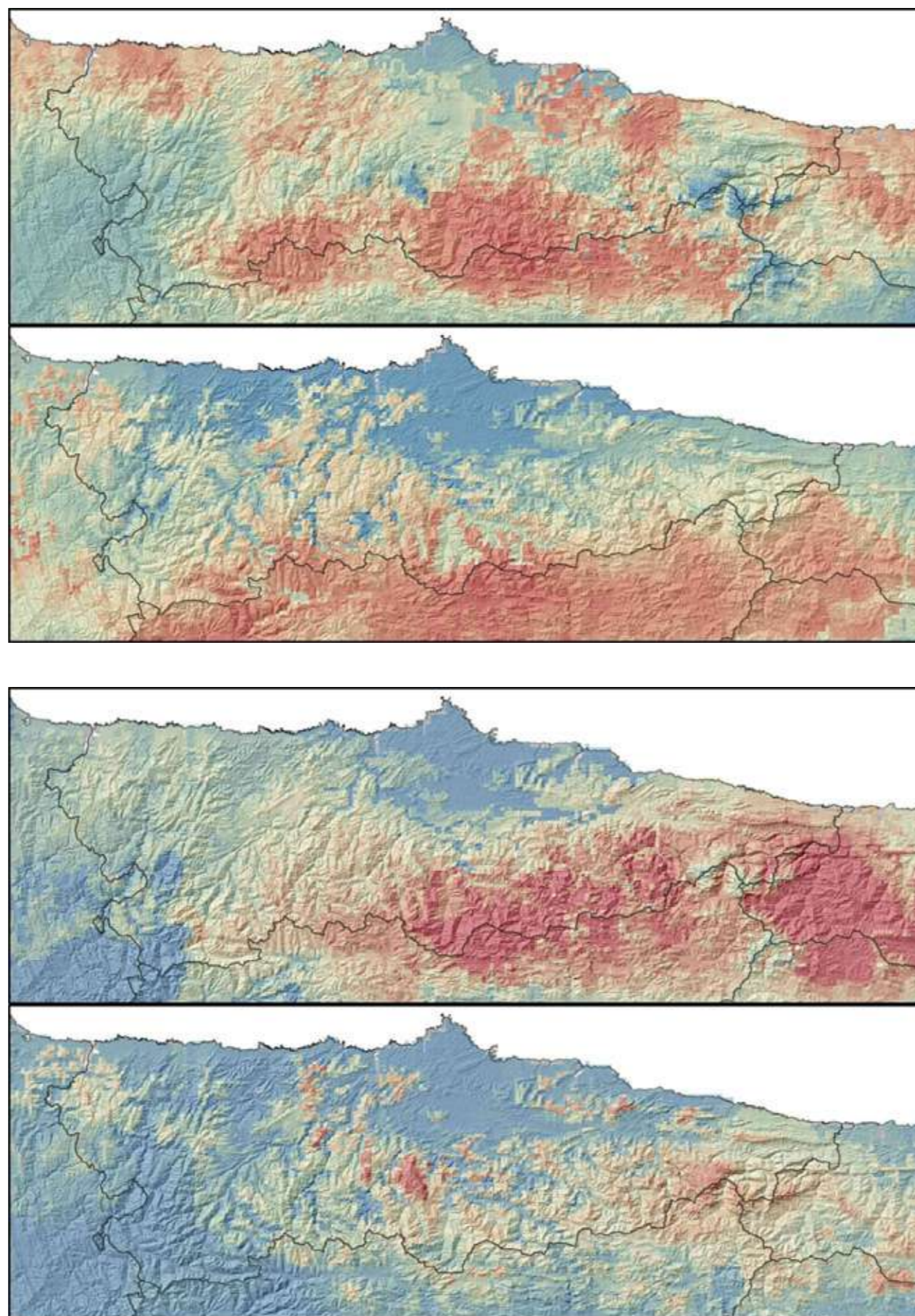
MODELOS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL ACTUALES Y FUTUROS

Nes figures siguientes amuénsense los modelos de distribución potencial actuales y los previstos correspondientes al modelu CGCM2, escenariu A2 y horizonte 2041-2070.

Pa comprender les figures ye conveniente comentar los siguientes aspectos.

Los valores numéricos consideraos idóneos que formen el modelu puen variar ente 0 (incompatible) y 1.000 (idoneu). La probabilidad de presencia de la especie nel territoriu medra con esi valor d'idoneidá magar que nun ye una garantía d'ello, por mor de que la intervención humana eliminó la vexetación forestal de munchos llugares.

N'otros trabayos, la escala d'idoneidá divídese namás en dos clases: adecuáu y non adecuáu, buscando un valor de corte determináu que depende de la especie. Esti procedimientu úsase pa facilitar el cálculu de dellos estadísticos, pero nun lu aplicamos nesti trabayu porque'l nuesu



oxetivu ye namás dar una panorámica de los cambeos d'idoneidá y pa ello nun ye recomendable la simplificación anterior que, amás, ta sometida a fuertes incertidumes en cuantes a la eleición del valor mínimu llende.

Nos mapas úsase una escala de color ente azul y coloráu, onde'l coloráu señala les zones con más idoneidá dende'l puntu de vista climáticu y l'azul, les zones incompatibles pa la especie.

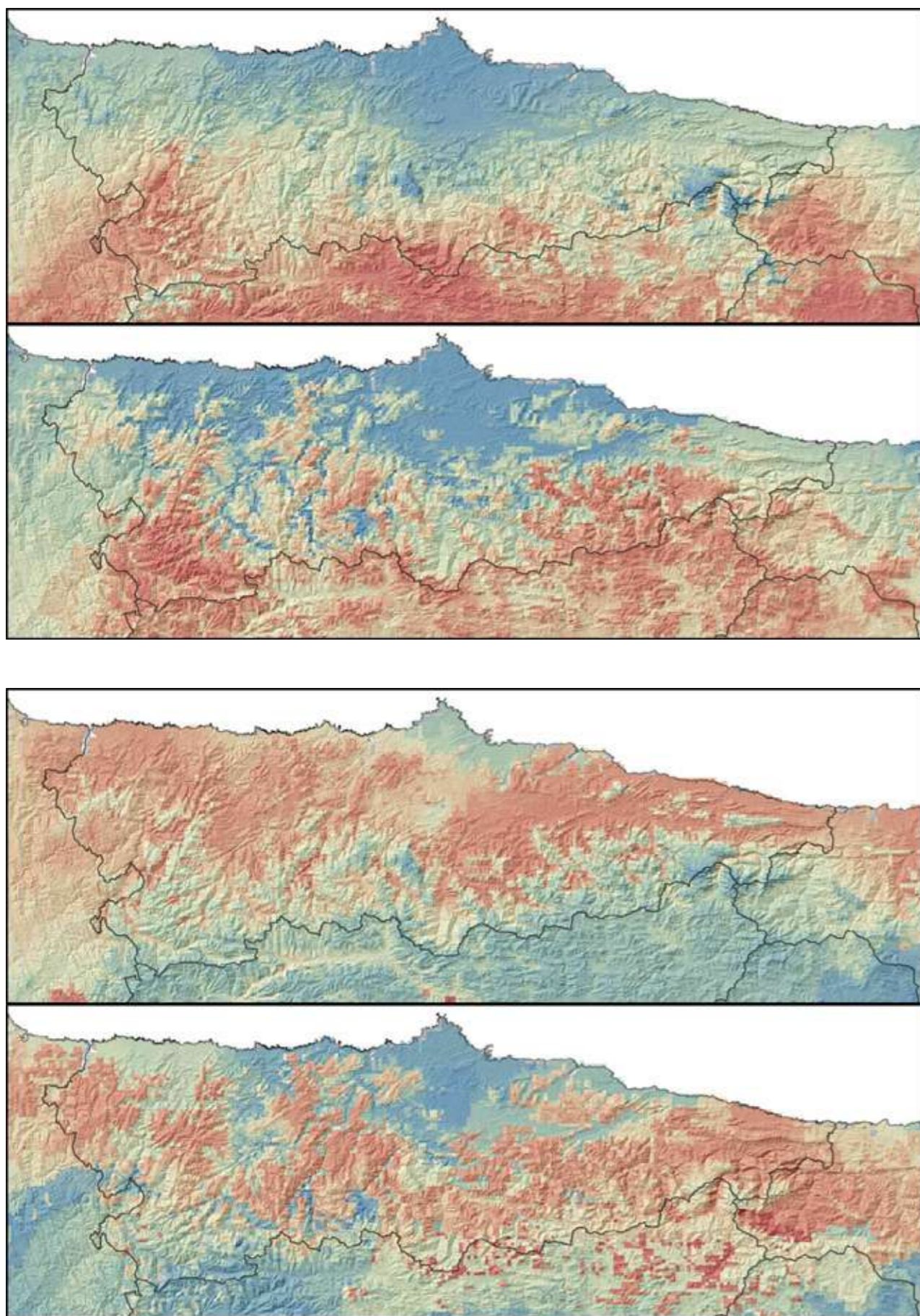
Nel casu del abeduriu, obsérvase un desplazamientu d'idoneidá pa la zona septentrional de Castilla y Lleón, reduciéndose na vertiente norte asturiana, con dalguna «migración» hacia'l sur nos montes medios centru-occidentales. Nel casu de la faya, obsérvase un decayimientu xeneralizáu de la idoneidá, mucho más marcáu que nel restu de les especies. Namás se mantienen como de potencialidá alta les zones de monte más elevaes y, tovía asina, en valores más reducidos que nel pasáu recién.

IZQUIERDA ARRIBA

Figura 1. Mapes d'idoneidá pal abeduriu (*Betula celtiberica*). El primer mapa amuesa la idoneidá de referencia, el segundu la proyeición pa CGCM2/A2/2041-2070; en dambos casos los tonos azulaos representen valores d'idoneidá menor y los cálidos, valores mayores.

IZQUIERDA ABAXO

Figura 2. Mapes d'idoneidá pa la faya (*Fagus sylvatica*). El primer mapa amuesa la idoneidá de referencia, el segundu la proyeición pa CGCM2/A2/2041-2070; en dambos casos los tonos azulaos representen valores d'idoneidá menor y los cálidos, valores mayores.

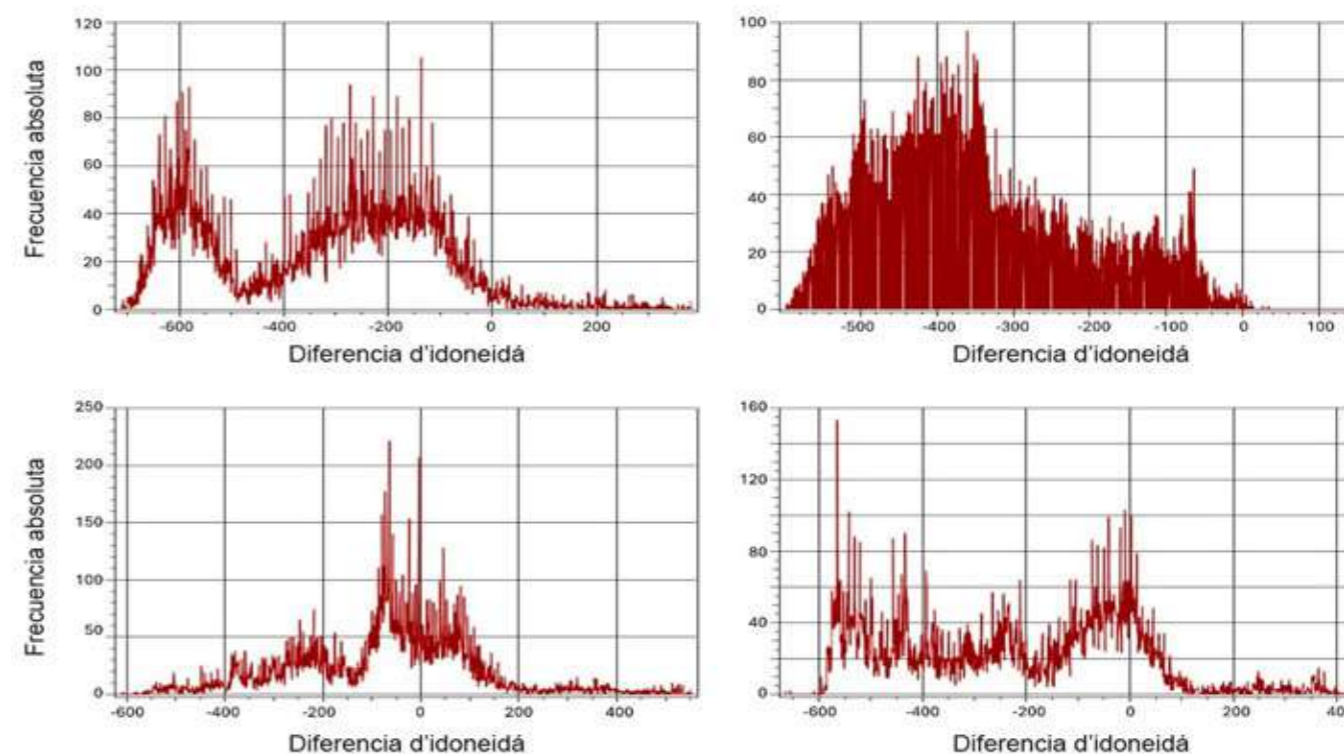


IZQUIERDA ARRIBA

Figura 3. Mapes d'idoneidá pal rebollu (*Quercus pyrenaica*). El primer mapa amuesa la idoneidá de referencia, el segundu la proyeición pa CGCM2/A2/2041-2070; en dambos casos los tonos azulaos representen valores d'idoneidá menor y los cálidos, valores mayores.

IZQUIERDA ABAXO

Figura 4. Mapes d'idoneidá pal carbayu (*Quercus robur*). El primer mapa amuesa la idoneidá de referencia, el segundu la proyeición pa CGCM2/A2/2041-2070; en dambos casos los tonos azulaos representen valores d'idoneidá menor y los cálidos, valores mayores.



ARRIBA

Figura 5. Distribuciones de frecuencies pa los cambeos d'idoneidá ente l'escenariu CGCM2/A2/1041-9170 y el periodu de referencia 1961-1990. Arriba izquierda: abeduriu; arriba derecha: faya; abaxo izquierda: rebollu; abaxo derecha: carbayu. La escala d'idoneidá definióse ente 0 [incompatible] y 1.000 [idoneu] polo que les diferencies d'idoneidá tienen d'interpretase en función d'esos valores.

Nel casu del rebollu, obsérvase una reducción moderada de la idoneidá, aunque con perdes significatives nos montes del terciu central d'Asturies.

Nel casu del carbayu, el patrón territorial ye complexu, pero, en términos xenerales, obsérvase un movimientu pal sur ganando altura nos montes medios y con perdes significatives nes zones baxes y nos montes marinos.

La **Figura 5** amuesa les distribuciones de frecuencies pa les diferencies de idoneidá.

Les frecuencies absolutes son de los píxeles nos mapes ráster que s'usaron, onde cada

elementu representa un kilómetru cuadráu. La escala del eje d'ascises ye la diferencia ente'l valor d'idoneidá futuru y el de referencia. Los valores negativos impliquen una perda d'idoneidá y los valores positivos, una ganancia. Puen observase les mayores frecuencies de valores negativos, siendo'l casu de la faya el de perdes más fondes y siendo muncho más equilibráu'l casu del rebollu.

DISCUSIÓN

Los modelos d'idoneidá o distribución potencial constrúinse y proyétense al futuru asumiendo premises que tienen de quedar clares pa comprender tanto la potencialidá como les llendes de los resultaos. Los aspectos más importantes sobre les interpretaciones que puen facese al rodiu de mapas ya estadístiques son les siguientes:

1. La primer cuestión ye que non siempre ye posible xenerar un modelu que s'axuste a los datos d'entrada. Cuando s'intenta desplicar la presencia d'una especie namás al traviés de variables climátiques tán dexándose pasar otre que puen tener una aportación importante na distribución espacial.
2. Los modelos de distribución potencial nun son causales, son correllacionales. Esto significa que, anque les variables climátiques seyan a desplicar la distribución d'una especie, nun tien de suponese ensin más que seyan la causa direuta d'esa distribución, si-nón indicadores o descriptores.
3. Si usamos modelos actuales pa realizar proyeiciones futures asúmese que les dependencies ente clima y presencia de la especie, si existieren, nel futuru sedrén apaecies.
4. Interpretar los resultaos de los modelos como una medida de probabilidad de presencia tien de facese con procuru, yá que, en

realidá, el modelu señala namás les semejances climátiques coles zones de presencia actual polo que ye más adecuao falar d'idoneidá que de probabilidad.

5. En cuantes a los cambeos futuros, desconocemos la respuesta real de la vexetación énte situaciones climátiques cambiantes. Los modelos describen los cambeos d'idoneidá nel futuru basándose na distribución de presencias actuales, pero nun puen prever qu'esista una capacidá adautativa qu'anguaño nun ye evidente, sobre too énte combinaciones de variables climátiques non esistentes na actualidá.

Teniendo en cuenta estes prevenciones, ye conveniente señalar que los trabayos realizaos hasta'l momentu son coherentes nos sos resultaos, incluyendo los citaos de los Andes meridionales o diversos países americanos. Estos resultaos deben tomase como una señal d'alarma más y puen usase pal diseñu de polítiques territoriales que busquen prevenir y amenorgar los efeutos del cambéu climáticu.

Referencies bibliográfiques

- Alberdi, V. & Felicísimo, Á. M. (2016). Evaluación del impacto del cambio climático en los bosques de Los Andes del Norte y Centro. *Geofocus* 17, pp. 44-65.
<https://geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/432>
- Brunet, M. et al. (2009). *Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España*. Madrid: AEMET.
- Elith, J. & Leathwick, J. R. (2009). Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40(1), pp. 677-697.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120159>
- Felicísimo, Á. M. (2011) (Ed.). *FORCLIM - Bosques y cambio global. Vol. 3: España, México*. Madrid: Bubok.
<https://www.bubok.es/libros/210102/forclim---bosques-y-cambio-global-vol-3-espana-mexico>
- Felicísimo, Á. M. & Cuartero, A. (2015). FORCLIM: Impacto del cambio climático en los bosques iberoamericanos. *Mapping* 24(170), pp. 4-22.
<https://ojs.revistamapping.com/MAPPING/issue/view/179>
- Guisan, A. & Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8(9), pp. 993-1009.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x>

- Guisan, A. & Zimmermann, N. E. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135 (2,3), pp. 147-186.
[https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00354-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00354-9)
- Intergovernmental Panel on Climate Change, Grupo III. (2000). *Informe especial del IPCC. Escenarios de emisiones*. Ginebra: OMM, PNUMA.
<https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-sp.pdf>
- Mateo, R. G., Felicísimo, Á. M. & Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista chilena de historia natural* 84(2), pp. 217-240.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2011000200008
- Muñoz, J. & Felicísimo, Á. M. (2004). Comparison of statistical methods commonly used in predictive modelling. *Journal of Vegetation Science* 15(2), pp. 285-292.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1654-1103.2004.tb02263.x>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P. y Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190(3-4), pp. 231-259.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>



Vivienda prendida na llocalidá de Llagu (Valdés) nel trescuru del fueu de Foyéu (Semeya d'Astrid Lema)

Los paisaxes asturianos énte una nueva xeneración de fueos forestales

Por **José Valentín Roces Díaz**

Institutu Mestu d'Investigación en Biodiversidá (IMIB: CSIC - Universidá d'Uviéu - Principáu d'Asturies)

Arturo Colina Vuelta

Institutu d'Ordenación del Territoriu y Recursos Naturales (INDUROT: Universidá d'Uviéu)

Susana Suárez Seoane

Departamentu de Bioloxía d'Organismos y Sistemes (Ecoloxía), Universidá d'Uviéu

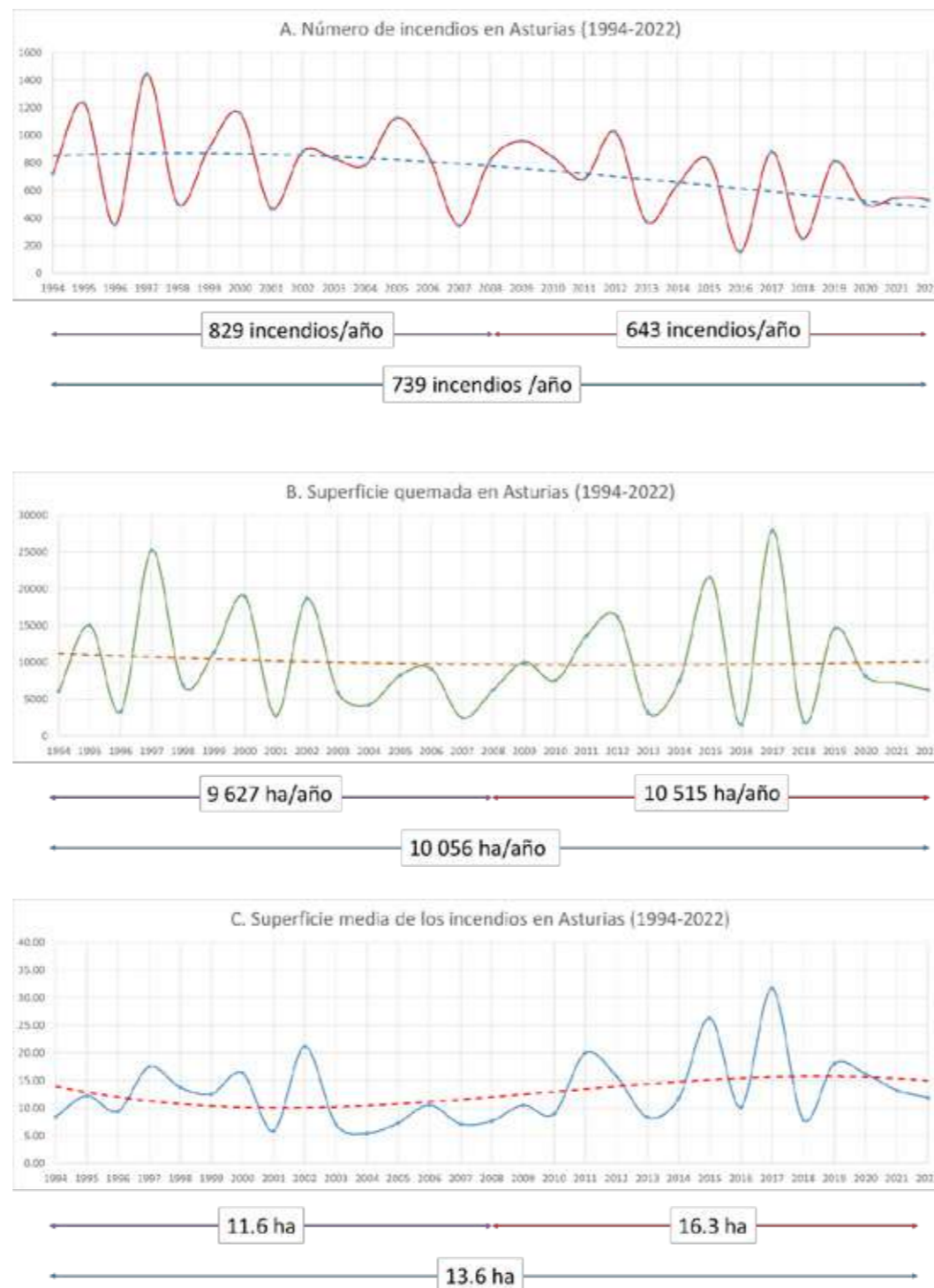
Institutu Mestu d'Investigación en Biodiversidá (IMIB: CSIC - Universidá d'Uviéu - Principáu d'Asturies)

FOYÉU, LA QUEMA MÁS GRANDE REXISTRADA NEL PRINCIPÁU D'ASTURIES

Nos primeros díes de la primavera del pasáu 2023, rexistróse, nel occidente d'Asturies, la mayor quema forestal dende que se tienen rexistros na nuesa comunidá autónoma. Dempués de tar activa dellos díes díose por controlada, pero volvió a activase pa terminar afeutando a más de 10.000 hectárees. Esta superficie, qu'equival a la qu'ocupen 43 de los 78 conceyos asturianos, triplica l'área d'afeición del anterior fueu del Principáu d'Asturies (conceyu d'Ibias, añu 2017, 3.380 hectárees). Magar qu'esti siniestru constitúi una anomalía nel contestu históricu de les quemes asturianas, tenemos d'estrayer lleiciones que nos faigan reflexonar al rodiu d'aspectos fundamentales como los sos condicionantes y posibles impautos socioecolóxicos. Por ello, ye importante presentar el contestu.

REXÍMENES HISTÓRICOS Y ACTUALES DE FUEOS FORESTALES NA NUESA REXÓN

El mayor númberu de fueos forestales qu'hebo n'España nes últimes décadas concéntrense nel cuadrante noroccidental de la península. N'Asturies, esta frecuencia alta de fueos rrellaciónase dafechu colos usos antrópicos del territoriu y, en muncha menor medida, coles condiciones climátiques que nun son especialmente favorables pa una incidencia tan alta de quemes (precipitación abundante distribuyida a lo llargo de tol añu y branos relativamente suaves). De fechu, menos del 1% de les quemes qu'hebo na rexón ente 2009 y 2018 asociáronse a causes naturales (rayos), mientras que'l 61% foron intencionaes y el 22% causaes por accidentes o negligencies (fonte: Estratexa de prevención y llucha contra les quemes forestales d'Asturies EPLIFA 2020-2025; Gobiernu del Principáu d'Asturies, 2020).



ARRIBA

Figura 1. Evolución temporal del númberu de quemes, la superficie quemada total y la superficie media por fueu n'Asturies nel periodu 1994 - 2022. Considérense namás les quemes mayores d'una hectárea. Figures feches polos autores a partir de la información de la Estratexa Xeneral de Fueos Forestales [EXFF] [MITECO, 2024].

Menos del 1% de les quemes qu'hebo na rexón ente 2009 y 2018 asociáronse a causes naturales (rayos), mientras que'l 61% foron intencionaes y el 22% causaes por accidentes o negligencies

Al ser les quemes un fenómenu mui variable, fai falta analizar la so evolución nel espaciu y nel tiempu a partir de series cronolóxicques de datos llargos que permitan alcanzar una visión completa de la problemática a la que nos enfrentamos. Si nos fixamos nel númberu añal de quemes mayores de 1 hectárea qu'hebo n'Asturies dende 1994, podemos ver que, aunque s'identifiquen máximos relativos n'años concretos como 1997, 2005, 2012 o 2017, esti indicador tien tendencia a menguar (Figura 1.A). Esti patrón ye, amás, común pa les diez comarques forestales definíes n'Asturies. Ye dicir que, estadísticamente, el númberu mediu añal de quemes ta reduciéndose en práuticamente tol territoriu asturianu. Na primer metá d'esti periodu (ente 1994 y 2008)

identificáronse 829 quemes/añu, mientras que na segunda metá (ente 2009 y 2022) esta cifra menguó hasta 643 (Gobiernu del Principáu d'Asturies, 2020). Sicasí, esta tendencia nun ye necesariamente una bona noticia.

Si analizamos otru indicador clave como ye'l casu de la superficie añal quemada, tamién observamos una variabilidá interaños alta (Figura 1.B) y una cierta coincidencia col patrón anterior. De fechu, nos años con un númberu altu de fueos tamién s'identifiquen máximos de superficie quemada, como, por exemplu, nos años 1997 (aproximadamente 25.000 hectárees) o 2017 (más de 27.000 hectárees). Sicasí, ye importante señalar que nun s'aprecia un amenorgamientu d'esti indicador a lo llargo de la serie histórica, como nel casu anterior. Otra manera, el valor añal mediu de la superficie quemada nel periodu 1994-2008 foi de 9.627 ha/añu y en 2009-22 aumentó a 10.515 ha/añu. Aunque esi incrementu pueda paecer poco relevante, lo que ye realmente preocupante ye que, si'l númberu añal de fueos mengua y la superficie quemada añal medra (aunque seya poco), el tamañu de cada fueu individual aumenta. En concretu, pasó de 11,6 ha/quema permediu en 1994-2008 a 16,3 ha en 2009-22 (Figura 1.C).



Nesti contestu, ye perimportante resaltar l'incrementu na frecuencia de Grandes Fueos Forestales (GFF)¹, denominación que s'aplica a los acontecimientos qu'afeuten a superficies mayores de 500 hectárees. Ye cierto que, hasta la fecha, la prevalencia de GFF nun foi especialmente relevante n'Asturies, por mor de que, nes últimes cuatro décadas, namás hebo 72 fueos que se clasificaron dientro d'esta categoría. Sicasí, el 57% foron de magar 2010, siendo 2023 l'añu nel que se concentra'l máximu históricu, con un total de 12 quemes (17% del total) qu'ocurrieron en menos de dos selmanes.

Nes últimes cuatro décadas hebo 72 "Grandes Fueos Forestales" (GFF) n'Asturies, sicasí, el 57% foron de magar 2010, siendo 2023 l'añu col máximu históricu, con 12 quemes, el 17% del total.

1. Grandes Incendios Forestales (GIF) en castellanu.

IZQUIERDA

Avance del fueu na quema de Foyéu. (Semeya de José Ramón Fernández).

PERO ¿POR QUÉ LES QUEMES FORESTALES SON AGORA MAYORES?

De la mesma manera qu'ocurre n'otros territorios españoles, la respuesta a esta cuestión ye complexa y variable. Una vez qu'empieza una quema forestal, los factores que condicionen un espardimientu del fueu mayor y más rápida rellaciónense con factores venceyaos al cambéu global, como los cambeos nos usos del suelu qu'ocurrieron nes últimes décadas. En munchos casos pasóse d'un manexu agroganaderu nel que s'esplotaba, con diferentes niveles d'intensidá, la práutica totalidá del territoriu, a esquemes más complexos, con un aprovechamientu agrariu, ganaderu o forestal de tipu intensivu focalizáu en zones concretes y un abandonu o amenorgamientu mui marcáu del usu n'otres zones, onde se produxo una densificación de la vexetación lleñoso (González-Díaz *et al.*, 2019; Ameztegui *et al.* 2022). La mayor intensificación de dellos usos, como'l forestal, incrementó la homoxenización del paisaxe, xenerando grandes mases de pinos y ocalitos con una distribución continua y ensin parada (López-Sánchez *et al.*, 2021), tanto horizontal como verticalmente. Per otru llau, el cambéu climáticu ye yá una realidá qu'afeuta a los rexímenes de fueos en tol mundu (Jones *et al.*, 2022). Procesos como la xuba xeneralizada de les temperatures y de los periodos de seca favorecen una menor humidá ambiental y de la vexetación que, una vez prendió'l fueu, pue ayudar a la so velocidá d'espardimientu ya intensidá. N'Asturies, el cambéu climáticu nun provoca qu'haya más quemes, dao qu'estes, na so inmensa mayoría, cáusenles actividaes humanes, pero sí fai que cuando se produzan seyan más peligroses.

¿QUÉ OBSERVAMOS Y QUÉ PODEMOS DEPENDER DEL GRAN FUEU FORESTAL DE FOYÉU?

El gran fueu de Foyéu afeutó a 10.096 ha repar-tíes ente los conceyos de Tinéu (15%) y Valdés (85%), solapándose en parte col qu'hebo en Busindre (Valdés) nel añu 2006, onde quemaren 1.600 ha. Con unes condiciones de temperatura y seca estremes pa la época del añu, l'aire fuerte favoreció la formación de munchos focos secundarios y un espardimientu del fueu mui rápido, sobre too al traviés de les partes altes de los árboles. Los focos secundarios diben orixinándose pola llegada d'ásqueres (cachos de rames, fueyes o piñes ingrientes o en combustión) d'alcance llargu (hasta 1,2 km) arrastraes poles corrientes d'aire y propulsaes dende'l frente principal del fueu a zones que tovía nun quemaren. Como consecuencia d'estos «saltos de fueu», viéronse afeutaes delles llocalidaes al mesmu tiempu, xenerando una situación de simultaneidá a lo llargo de la exa d'espardimientu principal de la quema. Asina, desarrollóse un fueu con unes carauterístiques ensin precedentes nel contestu rexonal y que van más allá de la so propia estensión. Per una parte, el fueu afeutó a un gran númberu de núcleos habitaos, que tuvieron qu'evacuase o zarrase por motivos de seguridá, dalgo que nun viéremos enantes nel nuesu entornu. Per otra parte, el 80% de la superficie que quemó taba cubierta por mases forestales arbolaes de plantación destinaes a la producción de madera (pinales y ocalitales) y por viesques y montes de frondosos autóctonos dominaos por carbayos, castañales y abedurios. Esti ye un fechu poco frecuente n'Asturies, yá que les quemes afeuten mayoritariamente a zones cubiertes por matos.

A la fin, anque l'impautu que produxo'l fueu nel suelu foi relativamente *baxu*, el dañu na vexetación llegó a ser *moderáu* en pinales ya inclusive *moderáu-altu* n'ocalitales, lo que tampoco ye habitual nes quemés que sufrimos al final del iviernu y al entamu de primavera nel nuesu territoriu.

Nesti contestu, un equipu d'investigadores del Institutu Mestu d'Investigación en Biodiversidá (IMIB: CSIC - Universidá d'Uviéu - Principáu d'Asturies), l'Institutu de Recursos Naturales y Ordenación del Territoriu (INDUROT) y la Cátedra de Cambéu Climáticu de la Universidá d'Uviéu (CuCC), en collaboración con colegues d'otres instituciones científiques y académiques nacionales ya internacionales (Universidad de León, Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro de Portugal y l'Institutu d'Economía, Xeografía y Demografía del CSIC) realizamos un estudiu (Suárez-Seoane, 2023) destináu a la carauterización básica de los impautos producidos pola quema de Foyéu, por pidimientu del Gobiernu del Principáu d'Asturies (Consejería

de Mediu Rural y Cohesión Territorial) y nel marcu del proyeutu d'investigación LANDSUS-FIRE (PID2022-139156OB-C22) financiáu pol Ministeriu de Ciencia y Anovación, l'Axencia Estatal d'Investigación y FEDER UE. D'esti trabayu sacáronse una serie de lleiciones que puen ser d'utilidá como sofitu a la toma de decisiones rellacionaes cola prevención de quemés y qu'habríen d'esplorase con fondura na nuesa rexón, mesmo a cortu qu'a mediu plazu.

Asina, vese la importancia de los modelos de paisaxe diversos y heteroxéneos, pero tamién multifuncionales y resilientes énte les perturbaciones. La implantación d'esti tipu de modelos, asina como les aiciones d'ordenación territorial y de planificación forestal, tienen de poner el focu d'atención a elementos del paisaxe que se consideren potencialmente peligrosos en casu de GFF. Por exemplu, en rellación coles carauterístiques de les especies que los formen (como'l so calter inflamable) o la so propia configuración espacial (como la continuidá horizontal o vertical del combustible).



ARRIBA

Panorámica del área afeutada pola quema de Foyéu dende Busmouriscu (Valdés). [Semeya de Susana Suárez Seoane].

IZQUIERDA

Plantación d'ocalitos afeutada pol fueu en Fontouria (Valdés). [Semeya de Susana Suárez Seoane].

Tamién queda patente la función amenoradora y proteutora de les mases forestales de frondoses autóctones en grandes quemés. Nel fueu de Foyéu viose claramente qu'estes viesques favorecieron un impautu y esparidimientu del fueu menor, frente a lo qu'ocurrió en plantaciones monoespecífiques de pinu o ocalitu. Por mor d'ello, la preservación y promoción de les viesques autóctones n'árees prioritaries del paisaxe pue ser clave pal establecimientu de puntos estratéxicos de xestión (árees del territoriu onde pivotar aiciones d'estinción y defensa eficaces y segures). Nun podemos escaecer que les estra-tes de prevención de quemés forestales tendríen de ser compatibles colos planes de conservación de la biodiversidá y los bienes y servicios que suministra a la sociedá, en llinia colos oxetivos empobinaos pola Xunión Europea.



Otru aspeutu fundamental ye la valoración de la efeutividá de los protocolos y procedimientos aplicaos en casu de quemeres reproducibles (quemeres que nun se llegaron a estinguir completamente y qu'arranquen otra vegada), como ye'l casu de la quema de Foyéu. Esto ye especialmente relevante en situaciones d'alta simultaneidá de quemeres (como na fola de GFF de 2023) qu'amenorguen la disponibilidad de recursos d'estinción y baxo condiciones meteorolóxicas estremes qu'incrementen la probabilidad de reproducción del fueu.

A la fin, sorráyase la necesidá d'impulsar, con calter urxente, la evaluación de la problemática de la interfaz urbano-agrario-forestal, cola intención de reducir los riesgos pa la población y los sos bienes y distribuyir más eficientemente los recursos d'estinción. Per una parte, necesítase abordar la carauterización del riesgu sobre les edificaciones en función de los mecanismos d'avance del fueu (afeición direuta o llegada d'ásqueres) y, per otra, establecer una metodoloxía d'análisis que permita ameyorar

DERECHA

Exemplu del papel proteutor de les viesques autóctones y los pastos na interfaz urbano-agrario-forestal de Busmouriscu (Valdés). (Semeya de Susana Suárez Seoane).

les opciones de defensa y garantizar la seguridá de los habitantes, estableciendo pautes clares d'enzarru o evacuación en cada casu.

Fai falta entender que, nel escenariu al qu'empobinamos (quemeres cada vegada mayores, más intenses ya incontrolables), la xestión del riesgu precisa dafechu d'una corresponsabilidad público-privada. Polo tanto, considérase imprescindible la concienciación y preparación de la población en situaciones d'emergencia, asina como la meyora de la so capacidá d'autoprotección y la dotación de medios. Esto va dar, en resultes, nun fortalecimientu de les capacidaes operatives y de prevención nel ámbitu llocal.



Referencies bibliográfiques

Ameztegui, A., Morán-Ordóñez, A., Márquez, A., Blázquez-Casado, Á., Pla, M., Villero, D., García, M. B., Errea, M. P. & Coll, L. (2021). Forest expansion in mountain protected areas: Trends and consequences for the landscape. *Landscape and Urban Planning* 216

<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104240>

Gobiernu del Principáu d'Asturies (2020). *Estrategia para la prevención y lucha contra incendios forestales de Asturias EPLIFA 2020-2025*, Colina-Vuelta, A. (Coord.). Servicio de emergencias del Principado de Asturias y Dirección general de infraestructuras rurales y montes (Dir. Técnica). Uviéu: Gobiernu del Principáu d'Asturies.

González-Díaz, J. A., Celaya, R., Fernández-García, F., Osoro, K., & Rosa-García, R. (2019). Dynamics of rural landscapes in marginal areas of northern Spain: Past, present, and future. *Land Degradation & Development*, 30(2), pp. 141-150.

Jones, M. W., Abatzoglou, J. T., Veraverbeke, S., Andela, N., Lasslop, G., Forkel, M., Smith, A. J. P., Burton, C., Betts R. A., Werf, G. R. van der, Sitch, S., G. Canadell, J. G., Santín, C., Kolden, C., Doerr, S. H. & Le Quéré, C. (2022). Global and regional trends and drivers of fire under climate change. *Reviews of Geophysics*, 60(3)

<https://doi.org/10.1029/2020RG000726>

López-Sánchez, C. A., Castedo-Dorado, F., Cámara-Obregón, A. & Barrio-Anta, M. (2021). Distribution of *Eucalyptus globulus* Labill. in northern Spain: Contemporary cover, suitable habitat and potential expansion under climate change. *Forest Ecology and Management* 481.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118723>

MITECO, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, (2024). Estadística General de Incendios Forestales. <https://www.miteco.gob.es/biodiversidad/temas/incendios-forestales/estadisticas-datos.html>

Suárez-Seoane, S., (Coord.) (2023). Evaluación de los impactos medioambientales producidos por el incendio de Foyedo ocurrido en los concejos de Valdés y Tineo (Asturias) en primavera de 2023. Uviéu: Gobiernu del Principáu d'Asturies.

<https://cucc-uo.es/evaluacion-de-los-impactos-medioambientales-producidos-por-el-incendio-de-foyedo-asturias-ocurrido-en-primavera-de-2023/>



Minería metálica asturiana: Un viaxe a los sos oríxenes y desafíos

Por **Luis Miguel Rodríguez Terente**
Doctor en Ciencies Xeolóxiques
Direutor-Conservador del Muséu de Xeoloxía
Departamentu de Xeoloxía, Universidá d'Uviéu

*Pebida d'oru con cuarzu recoyida nel ríu Navelgas.
Muséu de Xeoloxía de la Universidá d'Uviéu.*

La península Ibérica cuenta con una bayura de depósitos minerales que presenten una oferta tan amplia de sustancias que cubren prácticamente toda gama minera mundial. A lo largo de más de dos milenios, estos yacimientos recibieron prospecciones y explotáronse en mayor o menor medida, condicionados al precio de los elementos y la demanda del mercáu.

Ente tolos distritos mineros peninsulares, l'entornu d'El Cordal Cantábricu, y más concretamente, la rexón asturiana, contién la concentración de depósitos minerales más grande y diversa de toda península, llegando a ser, dalgunu d'ellos, de los más importantes.

Si se fai una llista de les sustancias esplotaes o atopaes nel subsuelu asturianu separándoles pola so naturaleza, podemos dicir que s'atoparon *sustancias metáliques* (cobre, oru, fierro, mercuriu, arsénicu, antimoniu, manganesu, plomu, cinc, cobaltu y volframiu y cantidaes menores de plata, níquel y estaño como subproductos), *sustancias non metáliques* (fluorita, magnesita, caolín y barita) y *combustibles fósiles* (carbón y petroleu).

La causante d'esta bayura de diversidá foi una historia xeolóxica mui complexa que favoreció la formación d'estos grandes depósitos.

Les particularidaes xeolóxiques ya históricas d'esta minería tán reflexaes en dellos artículos y llibros ente los que, cronológicamente, cabría destacar los que fixeron Fuertes-Acevedo (1884), Santullano (1978), Gutiérrez-Claverol y Luque-Cabal (1993), Martín-Izard *et al.* (1995), Luque-Cabal y Gutiérrez-Claverol (2010) y Rodríguez-Terente (2021).

Sería mui estenso tratar d'abarcos tolos sustancias, polo que namás vamos falar de les sustancias metáliques, una minería menos conocida que los yacimientos de carbón de los que se

tienen escrito bien de llibros y artículos derivao de la importancia económica y social que tuvo n'Asturies nos últimos doscientos años.

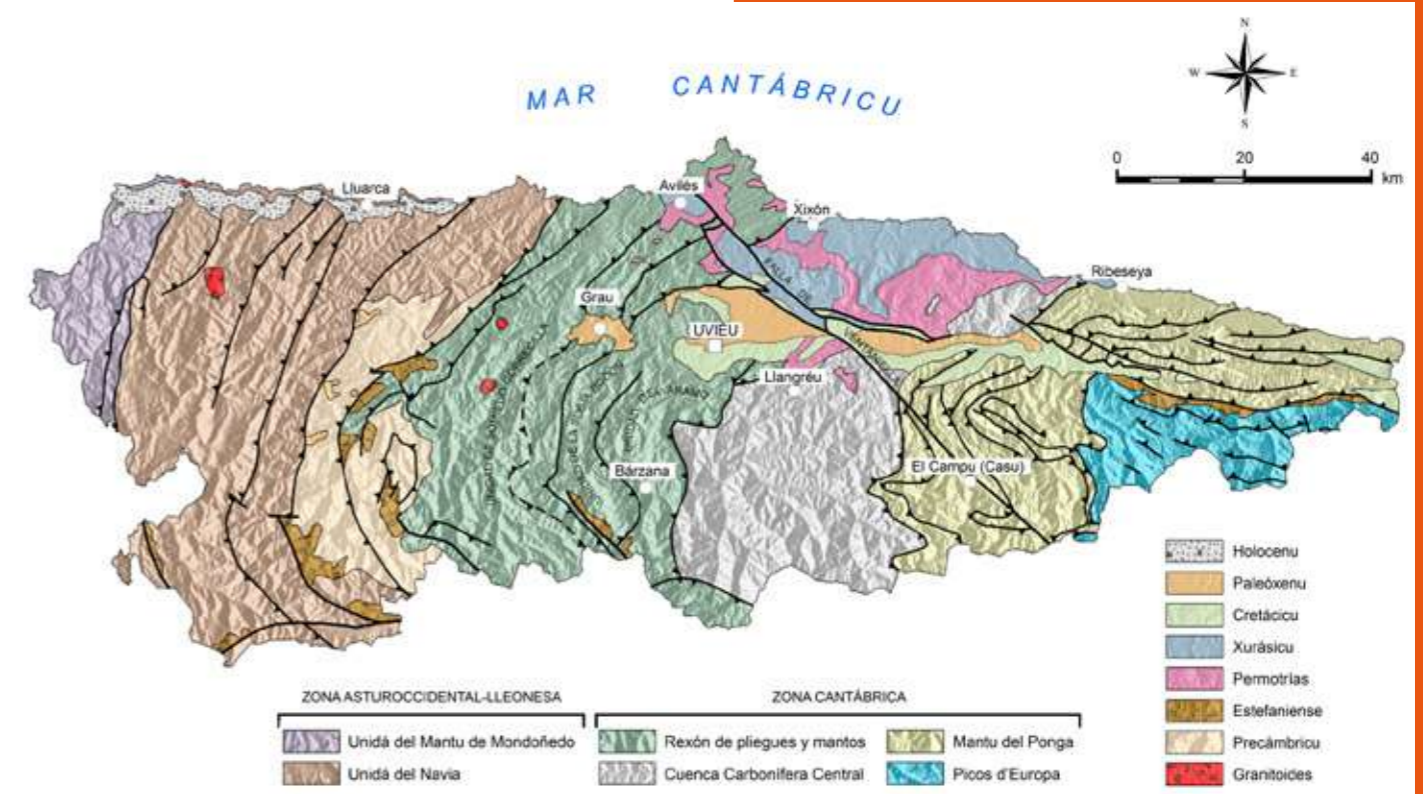
La política europea d'anguaño, fai que dalgunos minerales consideraos estratéxicos pongan na mesa, otra vegada, indicios vieyos y mines de sustancias metáliques que podríen ser indicadores de depósitos más importantes a mayor fondura.

El propósiu d'esti artículu ye dar una idea de la síntesis histórica de la estraiición de los metales na rexón asturiana a lo llargo del tiempu. Pa ello, va facese un percorríu que va destacar los fitos más reseñables de cada sustancia o grupu d'elementos.

XEOLOXÍA Y MINERÍA

Enantes d'entrar na parte más descriptiva, fai falta sentar delles bases xeolóxiques pa comprender la formación y distribución de los yacimientos. Lo primero que se ve a la hora de colocar los principales explotaciones mineres nun mapa ye que puen relacionase col sustratu xeolóxicu. Asturias tien tipos de roca qu'abarquen casi tol rexistru estratigráficu, dende'l Precámbricu hasta'l Cuaternariu. Xeolóxicamente ye tan variada que tán representaes dos de les seis zones xeolóxiques nes que se subdivide la península Ibérica: la zona cantábrica y la zona asturoccidental-lleonesa (Figura 1). La primera constitúinla roca sedimentario como son la caliza, arenisca y lutita. La segunda (occidental) ta fecha de cuarcita y pizarra. Esta particularidá ye la responsable de la gran diferencia paisaxística qu'esiste ente la zona centru-oriental y la zona occidental de la rexón.

Amás de la roca de triba sedimentario y metamórfico, existen dellos afloramientos de roca ígneo en dambes zones, correspondientes a



ARRIBA

Figura 1. Mapa xeolóxicu d'Asturies.

ABAXO

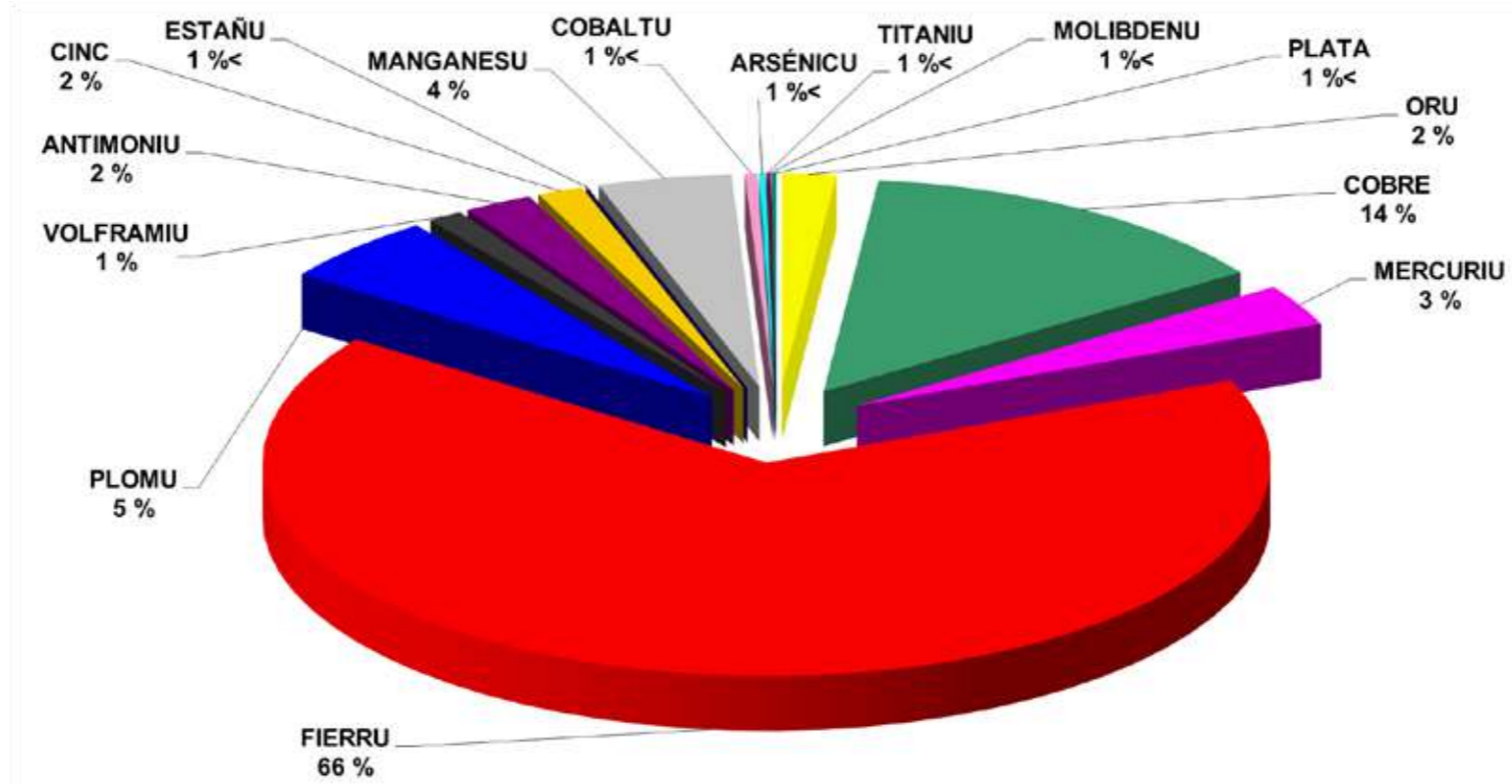
Figura 2. Situación de los principales llabores mineros de les diferentes sustancias metáliques.

plutones graníticos pequeños y algunos diques volcánicos. Pero la superficie de estos cuerpos y anecdótica en relación con el resto de las litologías.

Todos los tipos de roca del sustrato que se indiquen tuvieron afectados por algunos ciclos relacionados con la tectónica de placas, provocando la formación de estructuras grandes y cordales que, una vez tras de otra, y conforme nos alejamos de un borde activo, van erosionándose. Los sucesivos movimientos de contracción y distensión de las capas de roca (denominadas «estratos»), provocarán la aparición de grietas que van generando una discontinuidad en ellas. Y es, precisamente, por causa de estos accidentes tectónicos por los que se favorecerá el asentamiento de las distintas mineralizaciones.

Muchas explotaciones tan alineadas y relacionadas con estos grandes grietas o «fallos» dan lugar a la mayor parte de los yacimientos minerales de la región son de origen «hidrotermal». Para entender la génesis de este tipo de mineralizaciones, hay que comentar cómo los magmas que intruyen en la corteza arrastran soluciones ácidas, a altas temperaturas, que llevan metales en disolución. Estos fluidos, al reaccionar con la roca que encuentran, forman parte de ellos y generan nuevas fases minerales que asientan rellenando esas grietas, donde, si la roca es poco reactiva, van constituyendo filones, mientras que, si es muy reactiva, provocará la formación de cuerpos de mayor volumen como vetas.

Por otra parte, hay yacimientos que se encuentran en seno de la roca ígnea que dio lugar a esos fluidos: en el caso asturiano nunca es muy significativo, debido a la escasez de este tipo de roca, pero allí donde se encuentran (como en el caso de Bual, Tapia o Miranda, entre otros), descubriéronse depósitos relacionados importantes, que se tratarán más adelante.



ARRIBA

Figura 3. Proporción de los registros mineros por sustancia metálica en Asturias.

A la fin, tenemos otra opción para constituir un depósito mineral. Cuando los minerales nuevos se erosionen de las rocas previas o de las vetas, van a precipitarse en una cuenca sedimentaria y pueden incorporarse a la roca que se forma allí. Esto puede pasar en zonas de corteza continental o en zonas de corteza oceánica con erupciones volcánicas. En este caso, la morfología de los cuerpos mineralizados y de naturaleza estratificada, pudiendo encontrarse esparcidos de manera continua o discontinua dentro de masas de roca estéril.

La variedad de elementos metálicos esparcidos por la región responde a la tipología de los yacimientos mentados antes, así como a los distintos pulsos hidrotermales que se produjeron a lo largo de los últimos 500 millones de años.

Sobre el número de minas ya indicios relacionados con sustancias metálicas en la región,

son más de 160 los lugares donde se detectaron concentraciones de mineral. Sin embargo, a pesar de la gran variedad que guarda el nuestro subsuelo, hay pocos lugares con una mina de cierta entidad. La distribución de las minas puede contemplarse en la Figura 2.

No que respecto a la explotación de estos recursos valiosos resulta muy difícil decidir qué metales resultaron más importantes, ya que depende de la época histórica a la que nos referimos. Desde la Ley de Minería de Fausto de Elhuyar de 1825 hasta los nuestros días, la importancia relativa de las distintas sustancias metálicas en la región puede observarse en el gráfico elaborado en base a los registros mineros que se llevarían adelante, con los datos recogidos en el Archivo Histórico de Asturias, donde también se depositan los actos de 6.533 registros. Más de la mitad de las explotaciones fueron de hierro, seguidas por el cobre y el plomo (Rodríguez-Terente *et al.*, 2006).

Más que es cierto que juntos representan poco más del 20 % del total de los registros, el número de indicios metálicos de la región coincide con la proporción representada en la Figura 3.

Una vez establecidos estos datos, vamos a pasar a hacer un viaje histórico, en el que se van a destacar algunos particularidades de estas explotaciones a lo largo del tiempo, así como los elementos principales de su explotación.

PREHISTORIA

Los yacimientos mineros más antiguos de Asturias tan relacionados con restos de minería prehistórica que tienen el objetivo de encontrar cobre. La mayoría de las mineralizaciones de este metal en la región son de tipo hidrotermal, constituyéndose por sulfuros primarios que alteriarían a óxidos, carbonatos y sulfatos tiñendo las rocas cercanas de azules y verdes llamados. Nunca es de extrañar entonces que el hombre primitivo se fijara en esta mena



ARRIBA

Figura 4. Bocamines principales del nivel superior de las minas de cobre de L'Aramo. Pue ún decatase de la magnitú de les mesmes en comparanza col tamañu de les persones.

al contrastar col blancu y el gris de la calcita y caliza, respetivamente, onde suelen encaxar. Atópense evidencias d'esta minería na mina d'El Milagru, n'Onís, y nes mines de la falda este de L'Aramo (Blas-Cortina, 1996; Blas-Cortina & Suárez-Fernández, 2022), y tariemos falando d'unos mineros que desarrollaron la so actividá va unos 4.500 años. En dambos casos atopamos cavidaes cárstiques rellenes d'arcilles de

descalcificación de les calices que davezu tienen nel so interior nódulos de malaquita y azurita, delles vegaes d'un tamañu curiosu.

D'alcuertu colos últimos estudios arqueolóxicos, les ferramientes emplegaes na estrai-ción del mineral sedríen de dos tipos: el primeru d'ellos, emplegáu pa la estrai-ción d'arcilla, consistiría de cuernes de venáu y de cabra, que se-dríen afayazadizos a mou d'angazu y resistentes nos llabores d'arranque. En segundu llugar, al escosar esti tipu de material, fadría falta emple-gar oxetos más contundentes, como lo testimo-nien los distintos preseos de cuarcita (percuto-res y maces) que tovía se puen atopar anguaño. Estes ferramientes tán depositaes en distintos museos y centros d'investigación. Por desgracia, volvióse sobre estos llabores tiempu depués, so-bre manera nuna última etapa a mediaos del sie-glu XX, destruyendo y llevando per delante lo que foron dalgunos de los restos d'arqueoloxía minera más importantes d'Europa, según el vo-lume y l'antigüedad de les mines (sobre too nes de L'Aramo, Figura 4).

Nestos tiempos prehistóricos precisaríase fa-lar tamién del fierro por mor de dellos pigmentos coloraos utilizaos en dalgunes pintures rupestres d'Asturies, como les de la Cueva de Candamu y les d'El Pozu'l Ramu (tamién conocida como Tito Bustillo), onde emplegaríen la hematites como base de coloración. Sicasí, esti mineral ye tan abundante na rexón y nos espacios próximos a les cueves, que cualesquier intentu de precisar el so orixe resultaría inútil.

ÉPOCA ANTIGUA

Fai falta que pasen más de dos milenios pa vol-ver fixase nos recursos asturianos, y non preci-samente nel cobre. Nel noroeste de la península Ibérica había depósitos mui importantes d'oru

qu'entá güei siguen atrayendo la cobicia de grandes compañíes de prospeición. Enantes de llegar los romanos, los primeros ástures yá sa-bíen de la esistencia del metal preciao, asina lo amuesen les abundantes xoyes y ayalgues que s'atoparon nos castros (Perea-Caveda & Sán-chez-Palencia, 1998). El so métodu d'extrai-ción correspondía al batéu de los ríos auríferos, fre-cuentes nel occidente de la rexón. Esta téunica, tovía utilizada nos mesmos llugares por aficio-naos y profesionales, está ofrez recompenses en forma de pequeños pebíos como ocurre na zona de Navelgas (ver semeya cabecera del artículu), onde se fai añalmente un Concursu Internacio-nal de Batéu.

Pero cola llegada de los romanos, el sistema d'esplotación cambió drásticamente. Depués del final de la so colonización del norte d'España nel añu 19 e. C., y a lo llargo de más de 200 años, desarrollóse la llocalización y estrai-ción sistemática de tolos depósitos d'oru esistentes tanto na rexón asturiana como en tol noroes-te d'España. Pa un llabor tan escomañáu los romanos contaben con mano d'obra barato y abundante (muchos esclavos que proveníen de les sos conquistes) y unos llabores d'inxeniería hidráulica desconocíos hasta entós nel noroeste d'España. Col términu *d'arroxu*¹ sintetízase una metodoloxía qu'abarcaría tola minería hidráulica romana (Pérez-González & Matías-Rodríguez, 2008), basada na construcción de canales que llevaría l'agua a les zones d'esplotación, onde s'afuracaría la masa mineralizao metiendo im-portantes volúmenes d'agua a presión. La na-turaleza de la mineralización fadría precisu l'emplegu del fueu y del ácidu acéticu (vinagre) pa reblandecer la roca y aprovechar los cam-beos térmicos pal so resquebramientu. La esbilla

1. D'ARRŪGIA Plinio (XXXII, 70)

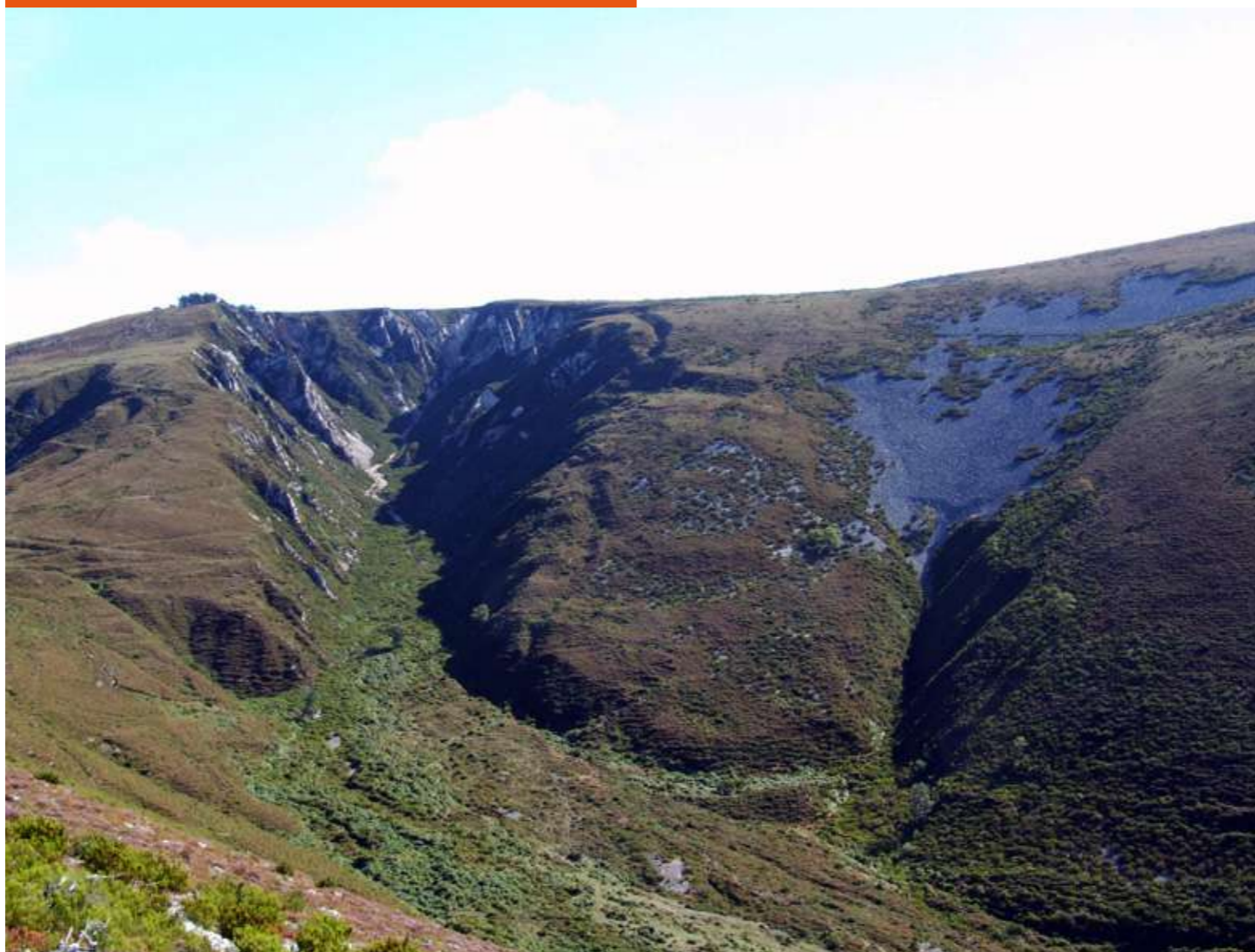
del mineral faciase a mano en plena explotación. Les explotaciones llevábense alantre dende les zones de terrén d'aroxu hasta llocalizar los xacimientos primarios d'onde provenía l'oru, cambiando les téuniques extractives del batéu simple al simple arroxu. Les buelgues d'estos llabores tán presentes en casi tolos valles del occidente d'Asturies y entetexen un sistema de canales mui grande construyíu pal tresporte del agua; concretamente, nes cuenques de los ríos Narcea, Esva, Navia y Porcia existen 178 escavaciones o indicios mineros de les 378 qu'esisten nel noroeste español (Figura 5).

La mayor parte d'estos llabores fixéronse a cielu abiertu y casi siempre centraos en xacimientos de tipu primariu; ye dicir, los filones orixinales de cuarzu y d'oru.

Amás del oru, existen tamién indicios de que los romanos aprovecharon el plomu de los xacimientos del occidente de la rexón, sobre too los que taben allugaos n'El Pico de Bidures, nel conceyu d'A Veiga. Otra manera, anque se sabía que s'usaba pa fabricar vidru (alcohol de los alfareros), en 1858 Guillermo Schulz describe unos fornos alcontraos en rellación con llabores mui antiguos a pie de mina, anque anguaño resulten imposibles de llocalizar. El percorríu per dalgunos d'estos llabores, masque munchos d'ellos volvieron explotase nel sieglu XIX, faise a cachos perabegosu, yá que diben siguiendo'l filón n'hastiales constituyíos por cuarcita trupo, lo que fai qu'anguaño se percuerra l'espaciu ocupáu pola mena yá estrayío. Tamién s'alcuentren indicios de minería romana más al sur, n'Ibias (Ridaporcos). Nun ye descartable qu'aprovecharen la plata que se pue algamar como subproducto de les menes plomíferes, yá que les galenes d'esta zona lleguen a tener un 10 % d'esti metal na so estructura.

ABAXO

Figura 5. Panorámica de la corta aurífera romana d'A Freita (Allande). Contrasta l'aspeutu de la escavación (a la izquierda) con una llera y una cárcova natural en cuarcita (a la derecha).



EDÁ MEDIA

Tres de la caída del Imperiu Romanu, poco o nada se sabe de la explotación de metales n'Asturies. Existen dalgunes referencies nel Archivu de Simancas sobre permisos pa la estrai-ción de cobre, plomu y plata en dalgunos puntos del sector oriental, pero, en cualquier casu, debiéronse a llabores de poca entidá pal consumu llocal. La explotación de los recursos minerales taba controlada pola nobleza, baxo supervisión de la Corona, y nun hai documentos que citen

nenguna explotación d'importancia rellacionada con nengún metal. Nun va ser hasta la Revolución Industrial cuando se produza la verdadera actividá minera na rexón.

DE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL AL 1973

A partir de la Revolución Industrial, Asturias garr muncha importancia polos sos xacimientos de carbón. Xovellanos, promotor de la minería asturiana, promueve estudios y avances que van ser decisivos pal desarrollu posterior (Pérez-González & Matías-Rodríguez, 2008). Pero nun va ser hasta la Llei de Mines d'Elhuyar en 1825 cuando entamen a echar niciu pequeñes industries mineres que, con capital y empresarios franceses, ingleses y españoles, van construyir na rexón les bases de lo que sedrán importantes empreses mineres, dalgunes de les que tovía existen na actualidá. Per otra parte, hai de considerar que nos procesos metalúrxicos la proporción de combustible (carbón) en rellación a la mena metálica ye, como mínimu, de 3 a 1, polo que yera más factible mover la mena que'l carbón. Esa sedrá la causa de qu'estes industries grandes con capital estranxero empiecen a establecese n'Asturies.

Dende la instauración de la mentada Llei de Mines de 1825 hasta la llei vixente anguaño, de 1973, fixéronse más de 30.000 rexistros mineros (Rodríguez-Terente *et al.*, 2006), lo qu'equival a una media de 200 rexistros al añu durante 148 años. Esta cifra contrasta colos fechos hasta l'añu 2000, namás 574 y baxando, polo tanto, unos 21 rexistros añales. Aproximadamente, una tercera parte correspondería a sustancias metáliques; el restu quedaría pa carbones y minerales industriales (caolín, fluorita, etc.). Pero un número tan altu de rexistros y denuncies nun se traduxo nun mayor número de mines.

Muchos de los historiales mineros de la rexón sintetícense en rexistros que teníen una tramitación alministrativa que representaba la duración de la vida de la mina, ello ye, dende'l rexistru, la demarcación y la otorgación pasaben a caducar y vuelta a empezar. Sicasí, aunque namás se llegaron a esplotar un 1 % de los rexistros, Asturias conoció un esplendor mineru que-y valió la so reconocencia hasta la dómina actual. Foi decisiva la presencia de Guillermo Schulz, Inspeutor Xefe de les Mines d'Asturies y Galicia, qu'ayudó a conocer y difundir la bayura xeolóxica y mineral de la rexón.

La mayor parte de les mines metáliques asturianas tán constituyíes por llabores pequeños fechos nunes poques galeríes del espesor del filón o la bolsa a esplotar con estaos medios. La infraestructura reducíase a un compresor d'aire pa los martiellos neumáticos y dellos xeneradores de corriente llétrica. En casi tolos casos el mineral concentrábase na bocamina y tresportábase a les plantes de tratamientu que nun s'alcontraben demasiau lloñe de les fontes. Delles veces, con fornos pequeños a pie la mina fundíase'l mineral que depués diba treslladase al hombru o con tracción animal hasta un puntu d'embarque con destinos a puertos de la rexón o del estranxeru.

La minería metálica n'Asturies tuvo marcada por dos aspeutos fundamentales: la situación de los distintos xacimientos, munches veces apartaos de les principales vías de comunicación y en llugares de difícil accesu, y los fechos históricos propios o ajenos a la rexón. El remocique de delles mines, al igual que nel restu del país, facíase en momentos históricos concretos por mor de les guerres mundiales o demandes puntuales nel mercáu internacional.

Darréu, faise una síntesis de les mines principales según les sustancias metáliques.

Otra manera, escuéyense namás casos concretos que representen el tipu de minería desenvueltu pa los distintos metales.

Fierro y manganesu

Per orde d'abondancia, tanto en númeru de concesiones como en mines, la sustancia más importante nesti periodu foi'l fierro. La minería de fierro na rexón tuvo dellos estudios, siendo'l más importante'l que fixo Adaro en 1916. Fierro y carbón son les sustancias necesaries pa producir aceru y la demanda d'esti incrementábase añu a añu. Sicasí, les menes esistentes na rexón presentaben dellos inconvenientes en rellación coles esistentes en llugares vecinos como n'Euskadi o en Cantabria; teníen conteníos en fósforu y azufre demasiau altos, fechu que penalizaba'l so usu na metalurxa. Namás en dómines de falta d'abastecimientu n'otres rexones esistieron dellos repuntes na minería de nueso.

Les mines de fierro nun taben cerca de les fábricas de fierro y aceru, dao qu'estes taben a la vera del combustible y non del metal (tal como se desplicó enantes). Polo tanto, nun siendo criaderos volumétricamente importantes, les mines teníen un marxe de rentabilidá mui baxu. Destaquen les mines de Llumeres, en Gozón (El Pozu Simancas), Sobrescobiu (Los Pandanes), Quirós (Los Llamargones), El Valle Altu de Peñamellera (La Edrada, Figura 6) y Somiedu (Mina Santa Rita en Saliencia). Estes mines esplotaben concentraciones d'hematites y, de ralo en ralo, goethites, en formaciones propiamente ferruginoses d'edá devónica o carbonífera.

De calter particularmente interesante ye la existencia de fragües catalanes nel occidente de la rexón (Balboa de Paz, 2015). Estes valieron p'abastecer de fierro la industria llocal. La mena preferida yera la siderita, carbonatu de fierro,



ARRIBA

Figura 6. Interior de la mina de fierro de La Edrada. Decátese de como la mineralización d'hematites colorao ta n'hastiales y columnes de sostenimientu.



IZQUIERDA

Figura 7. Fornu de calcinación na Mina de Montealegre (A Veiga).

DERECHA

Figura 8. Castillete y edificiu de cargaderu de la mina de cobre Delfina (Hortiguero, Cabrales).

que s'atopa en Castropol (Mina Santanderina), A Veiga (mines de Montealegre [Figura 7] y d'El Pico de Bidures) y en Samartín d'Ozcos (Mina de Pena Tascón). Magar de los numerosos indicios minerales esparíos poles pizarres ordovíciques, en principiu, el mineral provenía de les mines de Somorrostro (Vizcaya) y meciáse con dalgo de mineral llocal, de menor calidá. Amás, les vías de comunicación males facien que la mena s'encareciere muncho nel so tresporte en camión hasta les fábricas de metal correspondientes. A medios del sieglu XX construyéronse dalgunos fornos al pie les mines pa la concentración y arriquecimientu de la mena, reduciendo asina los costos de tresporte, pero resultaron poco satisfactorios pola falta de madera y carbón, amás de les yá mentaes impureces.

Delles mines optaron pol tresporte del mineral en barcu, como les de Llumeres en Gozón y les de Porcía en Tapia, pero los llugares d'embarque nun ofrecien les garantías nin el caláu necesariu

pa buques de gran tonelaje. Precisamente, nes mines de Porcía, nes que s'esplotó dende'l sieglu XIX el mineral más valiosu pa conseguir fierro, la magnetita, prodúxose un famosu naufraxu poles males condiciones de la mar nun puertu poco apropiáu pa esti usu. Estes mines acabaron la so actividá a finales de la década de los 60, non por escosera, sinón porque les fábricas rexonales prefirieron conseguir esta mena de les mines de Badajoz.

Asocio munches veces al fierro, existen altes concentraciones de manganesu en dalgunos xacimientos, lo que permitió una minería paralela a la del fierro o, a vegaes, individualizada. Los principales depósitos tán nel oriente de la rexón, n'El Valle Altu de Peñamellera (Mina Pilar), Amieva, Cabrales (Dobros) y Cangues d'Onís (Tresanu), y nel occidente ente Pravia y Valdés. Destaca la mina Buferrera, asitiada nos llagos de Cuadonga (Cangues d'Onís) que s'esplotó intermitentemente dende 1893 a 1970 mesmo a cielu abiertu que por minería soterraña. Pa estrayelo de La Vega de Comeya fixo falta instalar un cable hasta Cuadonga. A la fin, el mineral esportábase al Reinu Xuníu. La mineralización predominante nestos xacimientos constitúinla media docena d'óxidos indistinguibles ente sí ensin acudir a métodos analíticos. La mayor parte d'estes mines paró la so actividá por baxaes nel preciu del metal.

Cobre

La segunda sustancia n'orde d'importancia ye'l cobre. Yá citaes na prehistoria, les mineralizaciones de cobre son mui abondoses nes zones centru-este de la rexón asturiana. El conxuntu de mines más importante de toes ye la llamada Mina de L'Aramo, na que construyeron al pie un pobláu mineru y una planta de tratamientu del mineral. Nel interior de les mines alcuéntrase una explotación sofutada en cámares y pilares y ye, d'esta miente, la mayor mina d'interior pa sustancias metáliques n'Asturies. Con cinco niveles de galeríes d'accesu salva un desnivel de 400 metros. Les cámares tán comunicaes con galeríes pequeñes y el mineral embarcábase en vagonetes gracias a dellos cargaderos de madera repartíos pela explotación. Entá s'atopen los compresores d'aire pa los martiellos y en delles galeríes puen vese les vagonetes nes vías tal y como s'abandonaron en 1959. Anque los niveles modernos tán separtaos de les mines prehistóriques de les que se falaba a lo primero d'esti artículu (Figura 4), esto nun impidió que se siguiere trabayando nelles n'época más de recién.

Otra mina importante ye la Delfina, en Hortiguero (Figura 8), nel conceyu de Cabrales (Gutiérrez-Claverol & Luque-Cabal, 2000), d'unes carauterístiques asemeyaes a les mines del L'Aramo, esplotaben dellos filones de cobre gris y malaquita al traviés de cámares y pilares. Pa la so estraición instalóse un castillete que xubía'l mineral per un pozu d'unos 60 metros de fondura, qu'entá se conserva (Figura 8). Esti castillete xustificase pola gran pendiente del filón o filones orixinales que facien impracticable la so estraición pola entrada de los obreros.

El restu de les mines esparíes pela rexón (Llaviana, Piloña, Parres y Llanes) puen resumise en pequeñes galeríes que sigúen el filón

mineralizáu y que suelen acabar en dalguna falla o nel fin de la bolsada ensin evidencies de que se fixeren sondeos o calicates pa descubrir la continuidá de la mineralización. D'accesu difícil, inclusive nos nuesos díes, suelen atopase en cotes elevaes. Pa facer el tresporte de mineral, instalábase un cable y canxilonos pa baxar el mineral a los sitios onde se cargaba y tresportaba a les poques fábricas qu'esistíen na rexón.

Mercuriu y arsénicu

La siguiente sustancia n'orde d'importancia ye'l mercuriu, que, por desarrollu industrial y continuidá nel tiempu, tendría de tar en primer llugar; nun hai d'escaecer que n'Asturies tán los mayores depósitos de mercuriu de la Península tres d'Almadén (Ciudad Real). Nun ta claro si los romanos lo explotaron n'Asturies, pero sí ye cierto qu'usaben el mineral en polvu pa tiñir tela y les muyeres usábenlo con fines cosméticos. Esto ye porque l'únicu mineral que s'esplotó foi'l cinabriu, sulfuru de mercuriu, d'un color coloráu intensu, nel qu'ocasionalmente podríen atopase gotes de mercuriu nativu. Les principales mines atópense na cuenca d'El Ríu Caudal, na parte esterna de Mieres (mines de La Peña y El Tarronal), y cerca de La Pola Lljena (mines de Soterraña). Esplotáronse dambos xacimientos dende principios del sieglu XIX con mayor o menor intensidad a lo llargo de los años (Luque-Cabal & Gutiérrez-Claverol, 2006) hasta'l so piesllu en 1974, por mor de la baxada del preciu del mercuriu xunío a lo peligroso del trabayu con estes menes, mesmo na so estraición que na so elaboración. Con dellos pozos y bocamines, les explotaciones tuvieron tolos avances que'l tiempu foi apurriendo a les industries mineres, con sistemas d'arrastre, vagonetes, martiellos afurcadores, sistemas d'aire compri-mío y lletrificación de galeríes y tayos.

Les instalaciones de les mines citaes, aunque abandonaes dafechu, puen contemplase tovía angüño nes plantes de tratamientu asitiaes n'El Tarronal (Figura 9) y La Soterraña. Estes plantes cuntaben con fornos modificaos colos años, cámares de condensación y sistemas de tubos de llicuáu pal mercuriu. Nel momentu de la redacción d'esti artículu, la instalación de La Soterraña, ta en procesu d'esbarrumbe pa descontaminar los suelos depués de cesar definitivamente l'actividá industrial.

Otros xacimientos de menor importancia atópense en Lljena (Brañalamosa y Piedra-cea), Ayer (Peñuno), Cangues d'Onís (Oliciu) y Somiedu (Caunéu).

ABAXO IZQUIERDA

Figura 9. Planta de tratamientu y castillete de les mines de mercuriu d'El Tarronal (Mieres).

ABAXO DERECHA

Figura 10. Panorámica de La Mina Carmina (Samartín d'Ozcós), coles instalaciones y la escombrera del nivel superior.



Amás del mercuriu, esta minería algamaba como subproductu grandes cantidaes d'arsénicu que, puntualmente, llegaron a comercializase. Ye normal qu'estos elementos tean rellacionaos colos dos sulfuros d'arsénicu, el rexalgar y l'oropimente. Estos minerales son altamente tóxicos y facíen especialmente venenosos los vapores qu'echaben les chimenees antigües de les plantes de tratamientu, causa de que cuasi nun quede nengún mineru vivu que trabayare nestes explotaciones. Otru mineral d'arsénicu, la arsenopirita, foi motivu d'estraición mui acotada en Cardes (Piloña) y Carllés (Salas), aunque suel acompañar al oru del occidente de la rexón.

Plomu y cinc

Estos dos elementos suelen atopase xuntos coesistiendo les sos fases minerales principales: la galena (sulfuru de plomu) y la esfalerita (sulfuru de cinc). Los depósitos d'estos metales allúguense nos estremos xeográficos de la rexón, nel este n'El Valle Baxu de Peñamellera y nel oeste na franxa d'A Veiga-Ozcós-Ibias. Existe una diferen-

cia en dambes zones respetu a la mineraloxía y los llabores. Les mines del oriente esplotaben calamines (mecíu de dellos carbonatos de plomu y cinc) y dalgo de galena, aunque estos xacimientos nun tuvieron la importancia y el volume de los sitios vecinos na parte cántabra de Los Picos d'Europa (mines d'Áliva y Ándara). Los xacimientos, qu'empezaron la so andadura a mediaos del sieglu XIX, tán llocalizaos en Merodio, Suarías y Argayón (El Valle Baxu de Peñamellera), Oceño (El Valle Altu de Peñamellera) y Arenas y Asiegu (Cabrales). Nun siendo'l casu d'Aragón, que consistió en grandes llabores a cielu abiertu, les demás foron mines pequeñes qu'esplotaben filones decimétricos encaxaos en calices.

Nel occidente, les menes son exclusivamente sulfuros, ensin calamines, con una proporción más elevada de cinc que nel oriente. La roca na qu'encaxa, al ser pizarra, nun reaciona colos flu-yíos, y dexa los filones más estrechos, pero más ricos. Ellí la minería desarrollóse bastante más, con llabores a cielu abiertu y minería soterraña, como La Mina Carmina (Figura 10) y La Cueva del Rapsu nel entornu de Samartín d'Ozcós.

La parte superficial de los xacimientos explotáronla los romanos, y dende 1830 hasta 1963 realizáronse trabayos d'extraición de forma intermitente. Les mines teníen compresores d'aire y electrificación. Les vagonetes, de tamañu pequeñu, puxábense a mano. El cumal d'esti tipu de minería algamóse na mina San José (al sur de Samartín d'Ozcós) cola construcción d'una planta metalúrxica que fracasó poles carauterístiques de les menes que, pola presencia d'otros elementos como l'arsénicu y l'antimoniu, perxudicaben notablemente la recuperación de los metales que se queríen esplotar (Rodríguez-Terente, 2004).

Hai que recordar que casi toles galenes de la rexón son arxentíferes, fechu yá conoció polos romanos, colo que, sobre too nel occidente, la plata pudo consiguisse como subproductu de les galenes.

Antimoniu

La minería del antimoniu concéntrase en pequeños llabores por minería soterraña nel entornu de Llena (Felgueres y Ronzón) y en delles llocalidaes de Cangas del Narcea (Bimeda y Villarmental). Les primeres tuvieron el so espoxigue a finales del sieglu XIX y les segundes a mediaos del XX. Nenguna foi d'importancia, asina lo amuesen l'ausencia d'instalaciones ya infraestructures mineres. Esplotaben pequeños filones d'estibinita (sulfuru d'antimoniu) qu'entá son reconocibles nel frente d'esplotación de dalguna galería entovía accesible. El productu que se conseguía destinábase a la industria pirotécnica llocal.

Cobaltu y níquel

La minería del cobaltu yera más reducida, y por estensión la del níquel, metal que ta mui aso-

ciáu al primeru. Dende mediaos del sieglu XIX hasta 1925, y de manera intermitente, explotáronse les mines asitiaes en Niserias (El Valle Altu de Peñamellera) y en Carreña (Cabrales). Como pasaba cola sustancia anterior, les mines nun tienen nengún tipu d'instalación conservada. Amás, los minerales estrayíos (hidróxidos y arseniatos de cobaltu) nun se trataben equí, siñón que s'esportaben al estranxeru. Nel interior de les mines vense indicios de mineralización abundantes, pero espedigaos. Ye llamaderu'l casu de La Mina de Los Picayos (Niserias), onde los mineros aprovecharon una cueva natural allugada xusto a la vera la galería principal d'accesu (Figura 11) con una caída de 100 metros pa echar el mineral que diben sacar al exterior al traviés d'una galería horizontal abierta al ras de la carretera. Depués, la mena embarcábase en lanches n'El Ríu Cares pa tresportalu al puertu de Tinamayor, onde ponía rumbu a les fábricas d'esmalte y vidriu d'Alemaña en naves mayores.

El cobaltu tamién se consiguió como subproductu de les mines de cobre de L'Aramu, pero en cantidaes poco significatives rellacionaes con dalgunos niveles de la esplotación.

Volframiu y molibdenu

Estos dos metales estrémense de los anteriores en que, anque tán reconocíos, enantes de la década de los 40 del sieglu XX nunca se prospectaren cola idea de facer un beneficiu mineru d'ellos. Asina, constitúin les mineríes más modernes de les sustancies metáliques que comentamos, anque con desigual desarrollu y fortuna.

La minería del volframiu tien el so orixe na Segunda Guerra Mundial por mor del calter estratéxicu d'esti metal, usao pa endurecer aceros cola fin de fabricar blindaos y obuses. Namás



s'atopen mines nel entornu del plutón granítico de Bual, nel occidente de la rexón. Tola minería extractiva fíxose con llabores d'interior, bien en filones de cuarzu y volframita o bien nuna greisenización con abundante scheelita (Llopis-Lladó, 1961; Uhlig, 2020), siendo dambos minerales volframatos de fierro/manganesu y calciu respeutivamente. La mina principal ta ubicada na falda este d'El Alto de Penouta.

Hubo dos periodos extractivos, el primeru hasta 1963 y el segundu ente 1975 y 1983.

ARRIBA

Figura 11. Bocamines del nivel principal de La Mina de los Picayos [Niserias, El Valle Altu de Peñamellera].

Les galeríes de les mines siguen les direiciones de los filones de cuarzu en tres niveles diferentes. L'actividá minera completábase con una instalación importante a pie de mina (Figura 12) qu'utilizaba les teunoloxíes más modernes de la época pa facer concentraos que s'unviaben en sacos al estranxeru, embarcándose nel puertu de Navia.

Hai qu'añader que, a diferencia de los xacimientos esplotaos en Galicia, el volframiu de Bual malapenes tien estañu asocio, nin tampoco tien conteníos en tierras rares dignes de la so recuperación.

El molibdenu tuvo una minería entovía más curtia, ente 1943 y 1944, acotada al xacimientu auríferu de Salave, en Tapia (Rodríguez-Terente, 2004), col mesmu fin pa la industria bélica que'l volframiu. Queden unes poques galeríes accesibles que tamién siguen venes de cuarzu con molibdenita (el sulfuru d'esti metal) onde s'aprecia la baxa llei del depósitu. El mineral, una vez concentrao, treslladábase a una planta electrolítica na rodiada d'Uviéu pal so tratamientu, tres d'un trayeutu en camión que discurría per 160 km d'una carretera enforma abegosa, lo qu'acabó en siguida col proyeutu mineru, sobre too al terminar el conflictu bélicu.

Oru

Anque d'una manera efímera, esistieron intentos modestos d'esplotar oru nel entornu de Navelgas y Naraval (Tinéu), ente los años 1947 y 1957. Anque'l plan principal yera dragar y peñar los calces y les llanaes de les llenes de los ríos citaos (El Ríu Navelgas y El Ríu Naraval), fixéronse tamién delles galeríes y calicates. El material que se consiguió, procesóse nuna planta de concentración que nun tuvo resultaos satisfactorios polo que los llabores acabaron por abandonase.



ARRIBA

Figura 12. Interior ruinosu de la planta de tratamientu de les mines de volframiu de Bual.

DE 1973 A L'ACTUALIDÁ

¿Por qué s'escueye esti añu pal últimu tramu d'esti artículu? Porque en 1973 entra en vigor la última **Llei de Mines**, na que s'establecen unos cambeos notables que duren hasta anguaño. Ente estos cambeos hai que destacar dos. Ún d'ellos ye la clasificación de los recursos xeolóxicos en seiciones: A, B, C y D, que correspuenden a canteres de materiales de construcción,

agües, minería non enerxética y minerales enerxéticos respeutivamente. Los metales quedaríen, polo tanto, englobaos na seición C, pero una compañía qu'esplore una sustancia metálica nun ta agora restrinxida a rexistrar una mina pa la esploración y el beneficiu d'un solu metal, sinón de dellos.

Otru de los cambeos importantes ye la sustitución de les pertenencies poles cuadrícules mineres, pasando d'aquelles (utilizaes dende 1879), con una superficie de 10.000 m² a les cuadrícules mineres, con una superficie de 283.500 m². L'aumentu de la superficie fai que'l terrén franco y rexistrable de la superficie asturiana amenorgue enforma, yá que les multinacionales interesaes en prospectar metales na rexón cada vez piden permisos d'investigación que cubran el mayor terrén posible a los sos intereses pa que nun apaezan empreses competidores sobre'l mesmu recursu.

Con estes modificaciones, desaparecen gradualmente les concesiones «minifundistes» d'empresarios pequeños, pa ser sustituyíos poco a poco por grandes campañes d'esploración d'empreses importantes de prestixu internacional.

Pero les tres últimes décadas del sieglu XX nun foron los meyores tiempos pa la minería metálica. La baxada xeneralizada de los metales base fixo que les últimes industries mineres de la rexón desaparecieren. La del mercuriu cesó la so actividá en 1974, el fierro en 1978, el volframiu en 1983, y los otros metales primero de los 70. Anque delles fábricas mui importantes, como Asturiana de Zinc n'Avilés o la empresa Siderúrxica Arcelor-Mittal repartida ente Avilés y Xixón



ARRIBA

Figura 13. Panorámica de la corta a cielo abierto de las minas d'oru de Bueinás (Miranda). Nel primer términu a la derecha, momentu de la preparación de la balsa de lodos, aprovechando l'acabación de la corta d'El Valle, nel añu 2004.

siguen cola so actividá, el mineral provién del exterior dende va décadas.

Sicasí, al empar que delles sustancias metáliques diben zarrando les sos mines, l'oru, la sustancia que más fama dio a la rexón nel pasáu, volvió a ser protagonista. Nun ye casualidá que depués del so preciu eleváu nos mercaos mundiales, les principales compañíes mineres se

fixaren n'Asturies, enllena d'indicios y llabores antiguos. Favorecíos pola citada llei de 1973, les empreses rexistraron estensiones de terrén mui amplies con equipos multidisciplinares grandes col oxetu de prospeectar non solo'l material preciáu, sinón tamién tollos que se pudieren atopar con él (seición C).

Frutu d'estos esfuerzos apaec en 1994 Río Narcea Gold Mines, que pon en marcha les últimes mines de sustancias metáliques d'Asturies n'El Valle-Bueinás (Miranda) y Carllés (Salas). Tres d'una campaña de sondeos con 22.600 m de testigos fechos en llabores previos del tiempu de los romanos, punxéronse en marcha dambes mines, qu'en 1998 esplotaren respuestivamente dos *skarns* y un xasperoide. La esplotación prodúxose con tres cortes (orix. cortas) a cielu abiertu (Figura 13) y una mina d'interior.

Nun principiu la estraición fizose con dúmpers de 90 tonelae, retroescavadores hidráuliques, *bulldozers*, perforadores, motoniveladores, rodiellos compactadores... lo que permitió que se llegaren a mover 40.000 m³ al día. En plena concesión creóse una planta de tratamientu que comprende les fases de trituración y molienda, gravimetría, flotación, llixiviación y electrolisis. Nengún llabor de minería metálica de la rexón pue comparase n'envergadura y tenoloxía a la que se fixo nestos xacimientos, que tien una esplotación que dura anguaño, 28 años depués, namás con minería soterraña.

Per otra parte, y tamién frutu de la esploración, descúbrense otru xacimientu d'oru, tamién esplotáu polos romanos, en Salave (Tapia), y en 1944 pa molibdenu, como se citó enantes. Posiblemente seya ún de los mayores xacimientos auríferos descubiertos n'Europa pendientes d'esplotar. Nel momentu d'escritura d'esti artículu, el proyeutu ta en fase d'evaluación

ambiental y esiste una fuerte oposición de los habitantes del occidente² al mesmu poles consecuencias sociales y medioambientales qu'implicaríen la so esplotación.

EL FUTURU DE LA MINERÍA METÁLICA N'ASTURIES

Anguaño ye difícil pronosticar el futuru de la minería metálica na rexón. El casu del oru ye una esceición al superar tollos récores del so valor nel añu presente, 2024. Esto débese a que los inversores venlo un valor seguru frente a les distintes inestabilidaes xeopolítiques qu'afeuten direutamente a la economía global. De fechu, el so repunte cotiza anguaño en más del 500 % que fai 20 años, polo que, amás de prullongar la vida de les mines de Miranda y Salas, tán intensificándose les campañas d'esploración del occidente d'Asturies pa llocalizar nuevos depósitos esplotables, sobre manera nel conceyu d'Allande.

No que cinca al restu de los metales, la fluctuación rápida del preciu nos mercaos facía que la inversión que teníen que facer pa depósitos pequeños como los asturianos nun mereciera la pena según los beneficios a algamar. Esto, xunío a les nueves normativas cada vez más desixentes no relativo a la preservación ya impautu medioambiental, facía que s'abandonaren campañas d'esploración que pudieren tener dalgún resultáu positivu.

Pero nel tiempu presente, revisando les indicaciones europees pa garantizar l'accesu diversificáu y caltenible de les materies primes fundamentales, según el reglamentu 2024/1252,

2. Les persones de la zona atopan sofitu en tol movimientu ecoloxista. D'esta miente preocupa tamién l'extraordinariu interés y valir cultural del xacimientu arqueolóxicu de **minería romana costera** que se diba destruyir, casu d'aprobese la esplotación (ver, como amuesa, *Ciencias* 12, pp. 74-93).

qu'entró en vigor el 23 de mayu de 2024, son fundamentales los siguientes elementos (cítense namás los que se descubrieron n'Asturies): **antimoniu, arsénicu, cobaltu, manganesu, níquel y volframiu**. Con esta rellación sobre la mesa, les mines que s'esplotaron nel sieglu XX tán revisándose por empreses prospeutores que, anguañu, yá rexistraron los terrenos pa dellos proyeutos d'investigación. El propósiu nun sedría una esplotación inmediata, sinón evaluar les posibles reserves ocultas nel nuesu subsuelu, por si dalgún día fore necesario estrayeles por cuestiones estratéxiques.

Si s'atopen nuevos depósitos con interés económicu, nos próximos años precisarase de dar con un equilibriu que permita l'actividá minera col menor impautu posible, respetando les delicades llendes medioambientales y sociales, factores d'una ecuación que, col pasu del tiempu, faise cada vez más complexa.

Mientras pasa esto, sicasí, ye llamativu que nos últimos quince años delles iniciatives dieron importancia a dalgunu d'estos restos mineros, convirtiendo les mines d'antano nun reclamu turísticu con un interés particular. Nun cabe dulda de que, pa dalguién profanu, metese nuna mina (debidamente acondicionada pa esi fin) ye una experiencia nueva y atrayente. Asina fixéronse

rutes turístiques bien señalizaes en dellos puntos de la rexón pa que l'excursionista puea percorrer lo qu'enantes foron xacimientos importantes. Tal ye'l casu de les actuaciones feches en dalgunes mines de fierro y plomu d'A Veiga, Vilanova y Samartín d'Ozcos o nel Muséu del Oru d'Asturies, onde s'espliquen les téuniques más elementales de batéu en ríos. Na zona oriental pue visitase la mina de Buferrera, integrada güei dentro de la ufierta del Parque Nacional de los Picos d'Europa. Y na zona centru, en Riosa, acondicionáronse les instalaciones de les mines de cobre de L'Aramo, col propósiu de facer un parque temáticu qu'integre les mines y un posible Muséu del Cobre (Liedo, 2007). Nun ye l'únicu casu, yá que ta trabayándose na Mina Delfina (Hortiguera, Cabrales) p'acondicionala y permitir una visita controlada al so interior.

Esta revalorización cultural d'elementos patrimoniales, enmarcaos dentro de l'arqueoloxía industrial, ta enfocada a un turismu más desixente y, ensin dulda, estos esfuerzos van servir pa nun dexar caer nel escaezu un gloriosu y bayurosu pasáu mineru metálicu de más de 4.000 años d'história, del que yá nun queden más qu'esos rastros, tresformando la riqueza mineral en riqueza cultural pa les xeneraciones vinientes.

Referencias bibliográfiques

- Adaro, L. de & Junquera, G. (1916). Criaderos de hierro de Asturias. En *Criaderos de hierro de España. T. II*. Madrid: Memorias del Instituto Geológico y Minero de España.
- Balboa de Paz, J. A. (2015). *La siderurgia tradicional en el noroeste de España, siglos XVI-XIX*. Astorga: CSED Historia Ed.
- Blas-Cortina, M. A. de (1996). La primera minería antigua del N. peninsular: las indicaciones del C-14 y la cronología pre-histórica de las explotaciones cupríferas del Aramo y El Milagro. *Complutum – Extra 6 (I)* [Homenaje al profesor Manuel Fernández Miranda], pp. 217-226.
- Blas-Cortina, M. A. de & Suárez-Fernández, M. (2022). *Las explotaciones de cobre en la Sierra del Aramo (Riosa, Asturias) ca. 2500-1400 a. de C.* Oviedo: Real Instituto de Estudios Asturianos.
- Fuertes-Acevedo, M. (1884). *Mineralogía Asturiana. Catálogo descriptivo de las sustancias así metálicas como lapídeas de la Provincia de Astúrias*. Oviedo: Impr. del Hospicio Provincial.
- Gutiérrez-Claverol, M. & Luque-Cabal, C. (1993). *Recursos del subsuelo de Asturias*. Oviedo: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo [2ª edición 1995].
- Gutiérrez-Claverol, M. & Luque-Cabal, C. (2000). *La Minería en los Picos de Europa*. Gijón: Noega.
- Liedo, C. (2007). Los orígenes de la minería asturiana... son de cobre. *Montepío 47*, pp. 38-41.
- Llopis-Lladó, N. (1961). Estudio geológico del plutón de Boal (Asturias) y sus yacimientos de wolframio. *Breviora Geol. Astur*, 3-4, pp. 3-52.
- Luque-Cabal, C. & Gutiérrez-Claverol, M. (2006). *La minería del mercurio en Asturias: Rasgos históricos*.
- Luque-Cabal, C. & Gutiérrez-Claverol, M. (2010). *Riquezas geológicas de Asturias*.
- Pérez-González, M. & Matías-Rodríguez, R. (2008). Plinio y la minería aurífera romana: nueva traducción e interpretación de PLIN. *Nat.33. 66-78. Cuadernos de Filología Clásica. Estudios Latinos 28 (1)*, pp. 43-58.
- Martín-Izard, A.; Paniagua, A. & Arias, D. (1995). Yacimientos minerales: modelos de formación. N'Aramburu, C. y Bastida, F. (Eds.). *Geología de Asturias*, pp. 139-152. Xixón: Trea.
- Ocampo Suárez-Valdés, J. (2011). Del maíz al carbón, del molino al alto horno. N'Ayuntamiento de Xixón *et al.* (Eds.). *La Luz de Jovellanos*, pp. 151-182, Gijón: Fundación Cajastur.
- Perea-Caveda, A. & Sánchez-Palencia, F. J. (1998). *Arqueología del oro astur: Orfebrería y minería*. Oviedo: Caja de Asturias, Obra Social y Cultural, D. L.
- Plinio (s. I). *Naturalis Historia*. Libro XXXII, cap. VII. [Edic. de 1629 por Jerónimo Gómez de la Huerta, Madrid].
- Rodríguez-Terente, L. M. (2004). Minería metálica en el occidente de Asturias. *Campo del Tablado 1*, pp. 7-15.
- Rodríguez-Terente, L. M., Luque-Cabal, C. & Gutiérrez-Claverol, M. (2006). Los registros mineros para sustancias metálicas en Asturias. *Trabajos de Geología 26*, pp. 19-55.
- Rodríguez-Terente, L. M. (2021). Riqueza mineral. En Gutiérrez Claverol, M. & Villa Otero, E. (Ed.). *El patrimonio geológico de Asturias*, pp. 188-257.
- Sánchez-Palencia, F. J. & Suárez-Suárez, V. (1985). La minería antigua del oro en Asturias. En Fournier, E. *El Libro de la Mina*, pp. 222-245. Vitoria: Mases Ediciones.
- Santullano, G. (1978). *Historia de la minería asturiana*. Xixón: Ayalga.
- Schulz, G. (1858). *Descripción geológica de la provincia de Oviedo*. Madrid: Impr. José González, [Facsímil de la edición de 1858. Alvízoras Libros, 1988. Oviedo].
- Uhlig, S. (2020). *El Plutón de Boal (Asturias, España), su yacimiento de scheelita de Penouta y el significado metalogenético de cinturón de pequeños plutones tardi-hercínicos en el Dominio Navia-Alto Sil*. A Coruña: Universidade da Coruña.



La rampla de Payares: ventanar esceicional al paisaxe de los montes centrales d'Asturies

Locomotora 6103 de Norte, una de les doce primeres llétriques de Payares, tirando d'un tren de viaxeros, pasando pel viaductu de Matarreonda. (Fototeca del Muséu del Ferrocarril d'Asturies)

Por **Cristina Fernández Bustamante**

Observatoriu del Territoriu (Departamentu de Xeografía)

Universidá d'Uviéu

y Centru de Documentación del Muséu del Ferrocarril d'Asturies (Xixón)

Daniel Herrera Arenas

Profesor de Xeografía Humana

Departamentu de Xeografía

y Observatoriu del Territoriu (Departamentu de Xeografía)

Universidá d'Uviéu

La rampla Payares constitúi un emblema ferroviariu dende'l puntu de vista téunicu ya históricu, pero ye mucho más. Ascender o descender la lladera pela rampla implica percorrer el paisaxe de los montes centrales asturianos y arrodiaese d'un mosaicu diversu de praderíes, fayeos, pastizales, castañeos, matos, carbayeos, pueblos o peña a flor. Al mesmu tiempu ye asomase a un estrordinariu mirador en movimientu que, dende hai 140 años, permite acolumbrar un territoriu ampliu enforma, resume de muchos aspectos carauterísticos del paisaxe asturianu, los rasgos del so pasáu y les tresformaciones más de recién.

Esti artículu básase nel publicáu en *La Nueva España* el 26 de payares de 2023 [Morán; Herrera-Arenas; Fernández-Bustamante].

Autores: cristina@observatoriodelterriorio.es / herreradaniel@uniovi.es

Toles semeyes son de l'autora (C. F. B.) nun siendo nes que s'indique otra autoría o procedencia.

Nesi sen, agradezse la collaboración a Francisco Fernández Bustamante al respetive.

I. EL PAISAXE XEOGRÁFICU

El conceutu de paisaxe, que siempre tuvo munchu prestixu na xeografía, cobró muncha relevancia nos últimos años y produxose un avramientu a él dende disciplines mui estremaes, cada una cola so propia metodoloxía. Magar de la familiaridá aparente del conceutu, nun ye fácil alcontrar una definición que recueya tola complexidá del términu y que supere les visiones más populares que lu identifiquen colo sublime, lo pintureru o lo natural.

Nesti sentíu, podemos tomar la definición del Conveniu Européu del Paisaxe, firmáu en Florencia nel añu 2000 (Council of Europe, 2000) y aprobáu en 2008 pol Reinu d'España (Xefatura del Estáu, 2008). Nesti documentu defínese'l conceutu de paisaxe como «cualquier parte del territoriu tal y como la percibe la población, con un caráuter que surge de l'aición ya interaición de factores naturales y/o humanos».

Polo tanto, los paisaxes son materialidaes, normalmente creaos pola aición conxunta de la naturaleza y el ser humanu, resultáu de l'apropiación social d'un territoriu. Pero, amás, los paisaxes son una inmaterialidá qu'engloba la perceición, el simbolismu y la dimensión cultural que-yos atribuímos. Los paisaxes tamién son dinámicos, tán en tresformación y evolución constante y ye precisamente esta cualidá la que los vuelve en rexistros vivos de los cambeos sociales y ambientales, y lo que-yos da una dimensión histórica y cultural, como rexistru vivu de les distintes sociedaes.

Asina, en 2015 aprobóse'l *Plan Nacional de Paisaxe Cultural*. Nesti documentu reconozse qu'hái «valores culturales reconocibles na mayor parte de los paisaxes» y define'l paisaxe cultural como «el resultáu de la interaición nel tiempu de

Por decisión editorial tradúcense al asturianu los testos citaos nesti artículu.

les persones y el mediu natural, con una espreición que ye un territoriu percibíu y valoráu poles sos cualidaes culturales, productu d'un procesu y soporte de la identidá d'una comunidá» (Ministeriu d'Educación, Cultura y Deporte, 2015).

El paisaxe, polo tanto, ye mucho más qu'un encuadre agradable, nél ta la dimensión cultural de los territorios. Pero pa llegar a comprender esta dimensión precisase de, tal y como diz Martínez de Pisón (2010), «saber ver los paisaxes», puesto que «el paisaxe tien significaos. Ye la unidá final terrestre. Y quien sabe lleer paisaxes recibe too eso cada vez que pon la mirada», del mesmu mou, «el que mira un paisaxe y sabe'l so idioma, lleer un pasáu acumuláu de fuerces xeolóxicas, cambeos climáticos, pasos d'estepes y viesques, ríos o llagos, cazadores, ganaderos, agricultores, exércitos destructores, reconstrucciones pacientes, quemes de viesques, xardinos, economíes y sociedaes que marcharon o qu'aguanten o que lleguen». Pero, amás, na medida na que'l paisaxe ye un fechu cultural, va necesitar d'una aproximación cultural. Y siendo como ye una circunstancia de vida, va necesitar la so vivencia. Ye dicir, la comprensión del paisaxe ye un exerciciu intelectual completu, onde, amás del rigor indispensable y la intelixencia necesaria, son particularmente apropiaes la sensibilidá y la esperiencia direuta, saber dialogar col marcu».

II. EL VIAXE PELA RAMPLA DE PAYARES

El ferrocarril, amás d'un mediu de tresporte de mercancíes y viaxeros, tien rellación direuta cola observación del entornu. La so apaición permitió acurtiar, delles veces de manera mui significativa, los tiempos de viaxe, pero tamién llegar a espacios nuevos. Nel casu de Payares garra-ba una doble dimensión; per un llau, un trazáu revesosu que permite contemplar un territoriu

ampliu y diversu dende una altitú y perspeuti-va diferentes; per otru, la espectacularidá de los paraxes pelos que pasa y les vistas impresionantes qu'ufierta, interrumpies namás pola socesión de túneles. Nesti sentíu, lo que se ve dende la rampla en primer y segundu planu formó parte de les descripciones de les diferentes guíes que s'editarón en rellación coles llinies ferroviaries; testos que tienen Lleón como orixe y describen el trazáu dende Busdongo hasta La Pola, descendiendo la lladera. Revisemos los testos de cuatro d'estes guíes¹ pa comprender cómo describieron Payares los viaxeros de finales del sieglu XIX y principios y mediaos del XX.

En 1886, recién inauguráu el trazáu ferroviariu de Payares, nel *Viaje descriptivo* correspondiente a la parte de Lleón a Uviéu y Xixón del *Itinerario de Madrid a Gijón* (Valverde y Álvarez, 1886) cuéntase que «dende Busdongo empieza'l pasu de la cordelera Cantábrica per Payares, mui difícil y grandiosu» con un trazáu que s'estiende «pelos valles fondos que formen la cuenca accidentada y estrecha de Payares». Ye una descripción del trayeutu de munchu detalle, onde destaca'l pasu pelos distintos túneles y la so alternancia con valles, desmontes, barrancos, pontes, regatos o trincheres. Ente la boca norte del túnel de La Perruca y Fierros, la descripción pasa por dar muncha importancia a un relieve fragosu y contrastáu, aludiendo al «barrancu mui ásperu qu'enzarra les agües del Payares», al «barrancu ásperu d'Entrambosríos, pobláu de fayas y regáu por abundantes riegues y regatos d'agua que caen en saltos dende los peñascos que lu formen» o «les gargantes ásperes del valle de Burón» y alúdese al «arboláu trupo» o a les «arbolees trupes».

1. Les guíes revisaes, correspondientes a los años 1886, 1915, 1921 y 1956, consultáronse nel Muséu del Ferrocarril d'Asturies y formen parte del so fondu documental.

De la mesma manera, faise referencia a dalgunos pueblos y descríbese que dempués de pasar el túnel «del Serrón» pue percíbese «al pie del trazáu, y na fondada, cerca de la carretera y del ríu, el pueblu de Payares y los sos barrios, y enfrente, en situación dominante, Chanos de Somerón», o que los pueblos de Naveo y Cabezón «tán escondíos no más fondo de la fondada ente la solombra abundante de castañales y nozales arrodiaes de vexetación bayurosa o nieves grandes». Dende Fierros la descripción cambia; asina, indica que «abandónense les aspereces y altures encumae de les sierres y del puertu, atravesando'l suelu diversu y pintureru asturianu, verenxel semáu de continuo en munchos pueblinos, aldees y quintanes qu'asienten nes veres de los sos regatos cristalinos». Nesta llinia, Campumanes apaer descrito como «allugáu na amestadura de los ríos Güerna y Payares y nun valle esquisitu», a la vez qu'alude a «les fasteres de les sierres (...) cubiertes de montes espesos en toles sos cañaes». En rellación con La Pola diz que ta «sobre la carretera y na vega, prestosa y espesa, bañada pol Llena».

En 1915, l'*Álbum-Guía de la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España* na so descripción de la llinia que va de Lleón a Xixón indica qu'a Busdongo «llégase fácil, porque ellí los montes son de perfil más suave». Pela cueta, al salir del túnel de La Perruca, los montes d'Asturies «ofrecen al viaxeru un panorama espléndidu, llamaderu y maxestosu a la vez, coronáu polos picachos desnudos de La Tesa y Penubina, y tapizáu polos matices infinitos del verde, que, descendiendo, va poblando les lladeres de los montes de carbayos², castañales, encines, pinos, fayas y

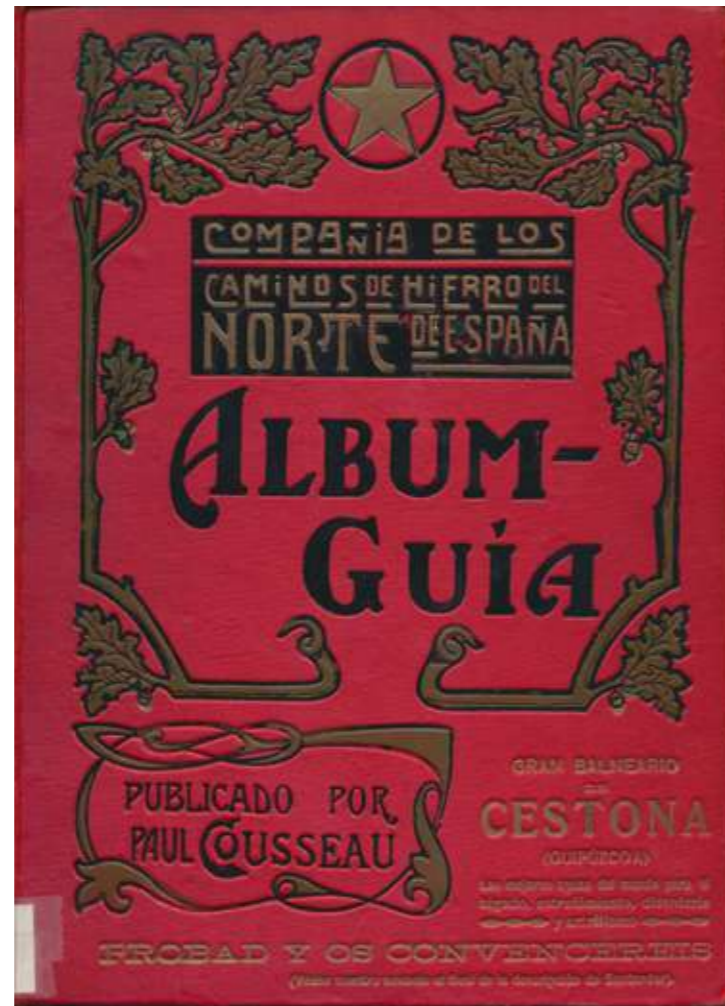
2. Nota del editor: emplegaráse en tol artículu el xenéricu «carbayu» mesmo pa *Quercus robur* que pa les otres especies d'esta fastera central: *Q. pyrenaica*, *Q. orocantabrica* y *Q. petraea* (rebolu albar), la más abundosa.



Biblioteca-Hemeroteca del Muséu del Ferrocarril d'Asturies

ablaneos, qu'alternen con campos d'escanda, maíz y patates y praos estensos, onde pastien reses numberoses de ganáu vacuno, ovino y caprino». Coles mesmes, insiste, como na guía anterior, en que dende Fierros «el paisaxe empieza a ser menos accidentáu, poro, sepárense les viviendes en quintanes aislaes que nos altos apaecen apiñaes en pueblinos», en Campumanes «l'horizonte va abriéndose más» y dende ehí «empiecen a vese les plantaciones de mazanales y, a cosa d'un pasu, les esplotaciones hulleres amuesen los sos planos inclinaos y les escombreres nos montes».

Dellos años más tarde, *la Guía Descriptiva de la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España* (1921) pa la temporada d'iviernu



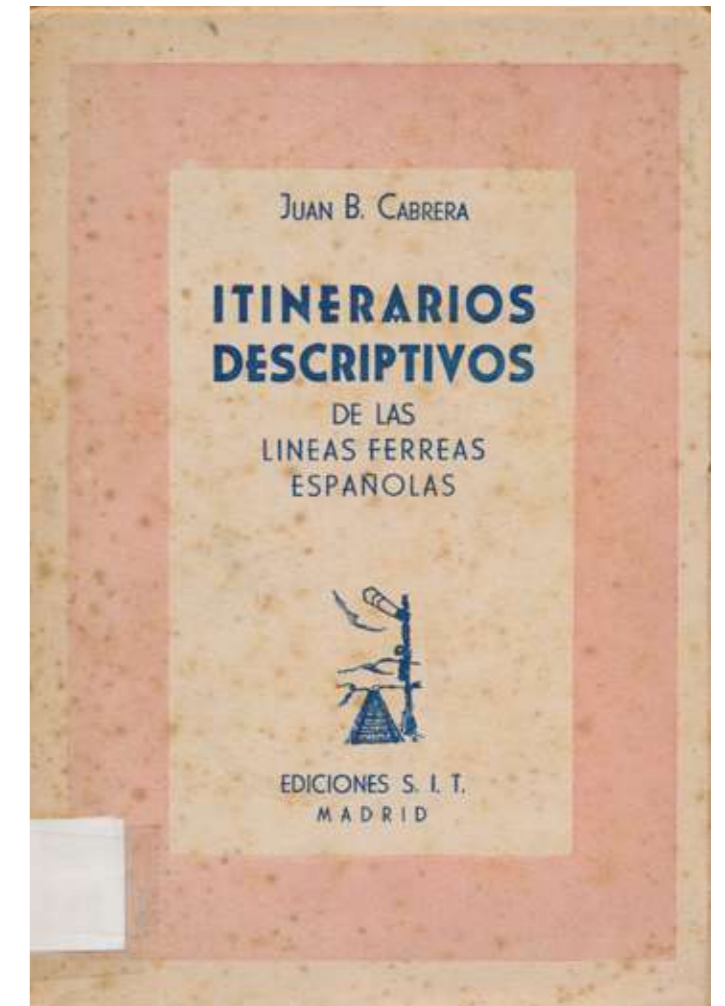
de 1921-1922 inclúi un apartáu de «Itinerarios descriptivos de les llinies de la Compañía», en rellación cola llinia de Lleón a Xixón indica que «el trazáu de la llinia dende esti puntu (Busdongo) hasta Fierros, ye de los más difíciles y costosos de los ferrocarriles europeos. La distancia en llinia reuta ente dambos puntos ye de 11 kilómetros, con un desnivel de 747 metros, y a fin de que la pendiente nun pase de 20 milímetros per metru, foi precisu desenvolver el trazáu siguiendo les fasteres de la cuenca d'El Río Payares, allargando'l trazáu hasta 42.600 metros». Añade que dende la estación de Payares «ye a almirase un panorama maxestosu», que la estación de Navidiillu «como toles que tán allugaes nesa



Biblioteca-Hemeroteca del Muséu del Ferrocarril d'Asturies

pendiente, ofrez munchos puntos de vista almirables» y que na estación de Malveo «al contemplar el paisaxe fermosu, la vía divisase per tres puntos distintos». Una vez na estación de Campumanes «el paisaxe cambia d'aspeutu, pasando de montes altos a praos fermosos, y de les corriente fuertes a un ríu qu'esliza sele [...]. Equí entama la producción de maíz y mazana, siendo importante na zona la collecha d'ablana».

L'últimu ye la recopilación de los *Itinerarios descriptivos de las líneas férreas españolas* asoleyáu en 1956. Nesta publicación alúdese a la rampla como una «baxada mui atrevida (...) con panorames mui guapos y curves numberoses, qu'en dalgunos momentos permiten contemplar



nel fondu de los valles, delles veces el desarrollu de la mesma llinia ferroviaria» (Cabrera, 1956).

III. PAYARES: PASU, DESNIVEL Y TRESFORMACIÓN

Dende'l puntu de vista ferroviariu, esti 2024 ye un añu especialmente significativu pa les celebraciones que recuerden la conexón con La Meseta. Nesti añu cúmplense 160 años de l'axudicación, en 1864, de la concesión de la llinia Lleón-Xixón³, asina como 150 años de la inauguración, en 1874, de la llinia La Pola-Xixón y 140 años de la inauguración,

3.El trazáu ferroviariu llegó a Lleón en 1863.

en 1884, de la llinia Busdongo-La Pola. Tamién se cumplen 100 años del entamu de les pruebas, en 1924, de la lletrificación de Payares. Amás, en payares d'esti añu va cumplise'l primer aniversariu de la entrada en funcionamientu de la variante de Payares, llinia La Robla-La Pola (Adif, 2022, 2023).

Nesti añu 2024 cúmplense'l primer aniversariu de la Variante'l Payares, el centenariu de la lletrificación de la Rampla (1924), 140 años del tramu Busdongo-La Pola (1884) y 160 de l'alxudicación del tren Lleón-Xixón

Sicasí, Payares foi un pasu destacáu ente Asturias y La Meseta dende tiempos remotos. Asina, Pisa Menéndez (2015) considera que «el Camín Real de Castiella per Payares yera ensin dulda la ruta histórica de más importancia pa la comunicación d'Asturies cola meseta». Una cuestión a tener en cuenta ye la facilidá d'accesu dada pola so menor altitú respuetu al restu de puertos de la parte central de la divisoria⁴. Como indiquen González Crespo y Hacar Rodríguez (2018), reproduciendo un testu de Xovellanos, ye «l'únicu (puertu) d'Asturies que queda operativu nel rigor del iviernu, tando tolos demás, más altos y ásperos, cubiertos de nieve», amás, si'l puertu se cubría de nieve cuntábase con «el remediu de la "espala" que faen con munchu procuru los vecinos del llugar, beneficiando a toos a costa

4. Na divisoria ente Asturias y La Meseta los puertos de menor altitú son El Pontón, 1.296 metros, nel estremu oriental, el de Zarréu, 1.359 metros, nel estremu occidental y, en tercer llugar, el de Payares, 1.379 metros. Los siguientes puertos n'altitú son el de Somiedu, 1.450 metros, y el de Tarna, 1.488 metros. El restu de pasos asitien perriba los 1.500 metros d'altitú.

d'una contribución mui llixera arreglada pola Real Audiencia en 1753 y cobrada namás dende San Miguel en setiembre a San Miguel de mayu». Pero ye sobre too dende'l primer terciu del sieglu XIX, tres de la conclusión de la construcción de la carretera de Payares, cuando se convierte na principal vía de comunicación con La Meseta, una condición de nexu qu'intensificó nel sieglu XIX cola llegada del ferrocarril.



Amás, ye un fechu que'l valle d'El Río Payares, xunto col del Llena y El Valle'l Güerna o lo que ye lo mesmo, el conceyu Llena, conformen un conxuntu determinante pal tresporte y les comunicaciones ente Asturias

y La Meseta. Una función que foi afianzando col pasu de les décadas. A la carretera (actual N-630) y el ferrocarril (llinia Lleón-Xixón) añádense les llinies llétriques de 400 kV Lada-La Robla y Soto Ribera-La Robla y de 220 kV Soto Ribera-Compostilla (Red Eléctrica de España, 2017), l'autovía Ruta de la Plata (A-66) y la so continuidá na Autopista'l Güerna (AP-66), el gasoductu Lleón-Uviéu y, de recién, el nuevu

trazáu ferroviariu de la variante de Payares (llinia La Robla-La Pola).

Centrándonos na rampla de Payares, trátase del tramu ferroviariu ente les estaciones de La Pola (Llena) y Busdongo. Ye un viaxe altitudinal

pelos montes centrales asturianos. Dende La Pola, el trazáu elévase, sele y constante, a razón d'un máximu de 20 metros por cada quilómetru que percuere⁵. A lo llargo de 55 km pasa de los 325 m d'altitú na estación de La Pola hasta los 1.228 m de la boca norte del túnel de La Perruca (Asturies) y los 1.280 m de la boca sur (Lleón), el puntu de mayor altitú, pa descender hasta los 1.250 m na estación de Busdongo⁶. De los 55 quilómetros totales, 50,5 trescurren pel conceyu Llena (Asturies) y los otros 4,5 pel de Villamanín (Lleón).

Dende La Pola, el trazáu xube, sele y constante, a razón d'un máximu de 20 metros por cada quilómetru que percuere. A lo llargo de 55 km pasa de los 325 m na estación de La Pola hasta los 1.228 de la boca norte del túnel de La Perruca (n'Asturies) y los 1.280 m de la boca sur (Lleón) —el puntu de mayor altitú— pa descender hasta los 1.250 m na estación de Busdongo. De los 55 km totales, 50,5 trescurren pel conceyu Llena y los otros 4,5 pel de Villamanín (Lleón)

5. Tamién pue indicase como una rampla de 20 milésimes (<https://patrimoniustrial.com/>, 2019), como una pendiente del 2% o del 20‰ o como una declividá del 2% o del 20‰.

6. Les cotes altimétriques y los puntos quilométricos utilizaos nel testu son los que espeya'l Mapa Topográficu Nacional 1:25.000 del Institutu Xeográficu Nacional. Utilízase pa les estaciones la nomenclatura acordies cola toponimia tradicional asturiana.



Una locomotora, de les conocíes col nomatu «verracu», tirando d'un tren de mercancíes, al pasu pel viaductu de Matarreonda, col valle Payares al fondu. (Fototeca del Muséu del Ferrocarril d'Asturies)

Tamién ye un viaxe que nos permite cruzar la divisoria y contraponer les diferencies naturales ente dos ámbitos xeomorfolóxicos y climáticos tan contrastaos como Asturias y Lleón. Podemos identificar les socesiones vexetales adautaes a les diferentes condiciones bioclimátiques, onde entren en xuegu tanto l'altitú, como la orientación y la pendiente, con cambeos, delles veces bruscos, ente les lladeres soleyeres y avesíes. Al mesmu tiempu, puen vese les distintes maneres d'adautación de l'actividá humana a les condiciones impuestes pol mediu natural.

El conxuntu que resulta ye un paisaxe ricu y bayurosu. Y tamién supón un viaxe nel tiempu que, al traviés de la llectura de les buelgues que tán tapecíes nel paisaxe, permite identificar elementos fundamentales pa comprender la configuración histórica de los montes centrales asturianos o mesmu d'Asturies.

La rampla Payares permite a los que pasen per ella disfrutar d'un paisaxe onde queda de manifiestu

la interacción de los factores humanos y naturales. Un paisaxe esceicionalmente ricu que, al parase a almiralu, ufierta muncho más qu'una guapura irretrocable. El conxuntu constitúi un elementu patrimonial de primer orde que, trescendiendo l'induldable interés del propiu trazáu ferroviariu, que —territorialmente— abarca tanto l'ámbitu inmediatu y llenderu cola propia llinia, asina como tolo que se pue columbrar dende'l mesmu trazáu. Los numerosos tramos

de vía al aire llibre, y la distribución de los mesmos a lo llargo del trazáu y los ámbitos per onde discurre, faen que la vía presente una alta visibilidad. La disposición de la traza permite observar una porción amplia y diversa del cordal central asturianu.

El ferrocarril contribuyó de manera decisiva a la configuración del paisaxe actual muncho más allá de les tresformaciones físiques derivaes del desendolcu de la infraestructura nun territoriu accidentáu. Foi motor d'una serie de cambeos fundamentales nel procesu d'industrialización d'Asturies a finales del sieglu XIX, y de les tresformaciones paisaxístiques que trai con ello. El ferrocarril ta direutamente rellacionáu cola xénesis y evolución de munchos de los paisaxes industriales d'Asturies. A mou d'exemplu, la llegada del ferrocarril a Mieres y a Llena supunxo un impulsu al desarrollu de la cuenca del Caudal de la mano del aumentu de l'actividá minera y d'industries como Fábrica de Mieres, desarrollando una rede minero-industrial coneutada col puertu de Xixón⁷ depués de 1874⁸ y, tres de l'apertura del pasu de Payares en 1884, con La Meseta. El ferrocarril ye un tresporte de viaxeros pero, sobre too, supón la llegada y la salida, la movilización en masa de delles mercancíes, dende materies primes a productos más o menos elaboraos, dende'l cereal al carbón, dende vinu a aceru.

7. Hai que señalar que'l trazáu ferroviariu en Xixón nun terminó na estación, sinón que prollongóse hasta'l puertu [l'actual puertu deportivu]. La propia estructura de la estación diseñábase pa facilitar l'accesu a la instalación portuaria.

8. Un fenómenu asemeyáu de desarrollu minero-industrial produxérase dende los años 50 del sieglu XIX na cuenca del Nalón, cola entrada en funcionamientu del trazáu del ferrocarril de Llangréu. Ver Maurín-Álvarez en *Ciencies* 11, pp. 74-85.

El tren y los paisaxes en tresformación

El ferrocarril tamién ye testigu de les tresformaciones del paisaxe na so rodiada, de los cambeos na imaxe que se ve dende la ventanina del tren. La rampla de Payares lleva asistiendo, a lo llargo de los sos 140 años de vida, a la evolución del so entornu, a los cambeos d'un territoriu agrariu dominante. Pero pa ser a entender completamente'l paisaxe fai falta saber ver ya interpretar esos paisaxes pa dase cuenta de la dimensión patrimonial qu'enzarren. Esa historia, esos cambeos, son visibles y una mirada entrenada busca y reconoz los restos de l'actividá pasada ya interpreta la configuración actual del paisaxe y les buelgues del pasáu. Autores como Rodríguez Gutiérrez (1984, 1989), García Fernández (1988), Fernández García & Rodríguez Gutiérrez (1992), Fernández García (2001), Martínez Fernández y Maceda Rubio (2012) o Martínez Fernández (2016, 2019), ente otros muchos, desplicaron en delles publicaciones la conformación histórica y la evolución recién del paisaxe rural asturianu en xeneral y el del monte central d'Asturies en particular.

Les primeres persones que viaxaben nel últimu quartu de sieglu XIX columbraben un paisaxe qu'anguaño definimos como agrariu tradicional, que podemos rastrexar los sos raigaños, a lo menos, na Edá Media. Un paisaxe que tien poco que ver col actual, magar que toles sos buelgues son tovía visibles. Un paisaxe creáu y perfeutamente ordenáu ya estructuráu nun contestu históricu y social d'economía mesta agrícola y ganadera de sosistencia, configurando, en conxuntu, unidaes productives básiques que buscaben ameyorar l'aprovechamientu de los recursos del entornu. Un exemplu ye l'allugamientu del poblamientu, per un llau'l que ta asitiáu a media lladera, que, aprovechando llanaes que

quiebren la pendiente, xenera nucleos concentraos en quintanes; per otru, nel fondu del valle los pueblos allúguense en contautu cola lladera, dexando espaciu al ríu y con una disposición llinial de les construcciones. Mui cerca de los núcleos allúguense güertes pequeñes dedicaes al cultivu domésticu, con un aprovechamientu intensu y continuu tol añu. Nel entornu de los asentamientos, les tierres de llabor, les eríes o senres, asentaes nes meyores tierres del entornu, les más fértiles, les más soleyeres y de topografía más favorable, reservaes pal cultivu más importante: el del cereal (escanda, maíz, etc.), amás d'otros como patates o fabes, que complementaron el sistema productivu. L'otru pilar, la ganadería, ocupaba los praos y los pastos d'altura. Los praos criaben enriba de suelos de peor calidá y pendiente más pronunciada, allugaos n'altitúes estremaes qu'empataba los pastos d'abaxo colos d'arriba y d'onde se conseguía pación y yerba curao. Los pastos d'arriba aprovechábense pa soltar el ganáu de manera estacional. Otru elementu fundamental nesti sistema tradicional ye'l monte, les fasteres arbolaes, con predominiu de castañal y carbayu na parte baxa y de faya a mayor altura, y los espacios de matos. Del monte consiguiéense too tipu de recursos: fruta, madera, lleña, rozu, etc. y yera un espaciu amañosu pa desenvolver territorios nuevos de cultivu o de pastu si facía falta. El conxuntu conformaba un mosaicu singular y cambiante a lo llargo del añu, que conseguía encaxar los diferentes ciclos vexetativos colos ciclos productivos de los animales según l'altitú y la época del añu.

Tendemos a pensar nesti sistema tradicional como dalgo invariable a lo llargo de los sieglos y, sicasí, tuvo y sigue tando nun cambéu continuu. Esti sistema qu'anguaño llamamos tradicional sufriera yá munches tresformaciones cuando los

primeros viaxeros percorríen la rampla de Payares. Anque'l so funcionamientu siguía siendo apaecíu, la introducción de cultivos procedentes del continente americanu na Edá Moderna, sobre manera'l maíz y dempués la patata, supunxeron un aumentu de la producción y una reducción de los tiempos de barbechu, lo que contribuyó a incrementar los recursos disponibles, la medra de la población y a alteriar les arquitectures tradicionales cola espansión de los nuevos modelos d'horros y paneres con corredor. Tresformaciones seguramente lentes y sutiles pero que tamién calaron dientro del patrimoniu inmaterial, mesmo que'l desarrollu de la esfoyaza, ún de los emblemes de socialización y trabayu comunitariu de la cultura tradicional asturiana.

Dende que los primeros viaxeros pasen pela rampla, a finales del sieglu XIX, esi paisaxe agrariu

tradicional entama a debilitase. Un procesu lentu pero constante hasta que dende la década de los 60 del sieglu XX s'asuma progresivamente la mecanización y la especialización productiva enfocada a la ganadería, que tien dos facetes contrastaes n'Asturies: la producción del lleche y derivaos, qu'afianzará nes partes baxes de la rexón, y la producción de carne, qu'asentará na parte alta. Un procesu que se reforzó y matizó cola entrada d'España na Xunión Europea y la llegada de la Política Agraria Común (PAC), coles sos regulaciones, pagos únicos, oxetivos medioambientales, etc. Produzse asina una «desorganización» del sistema previu (Martínez-Fernández, 2016). Too ello nun mediu rural avieyáu y en crisis dende va décadas, onde los espacios de cultivu de güerta reduxéronse a la mínima espresión, los terrenos de les eríes y les senres tresformáronse



en praos y, a la so vez, los praos más a desmano abandonáronse y foron colonizaos por matos y arboláu y los pastos d'altura reduxeron la so estensión en favor del avance de les especies forestales. El que viaxe pela rampla anguaño, nel sieglu XXI, pue ver esta nueva conformación del mosaicu del paisaxe rural de la fastera central del cordal asturianu.

IV. LA RAMPLA DE PAYARES. AFRONTAR LA LLADERA

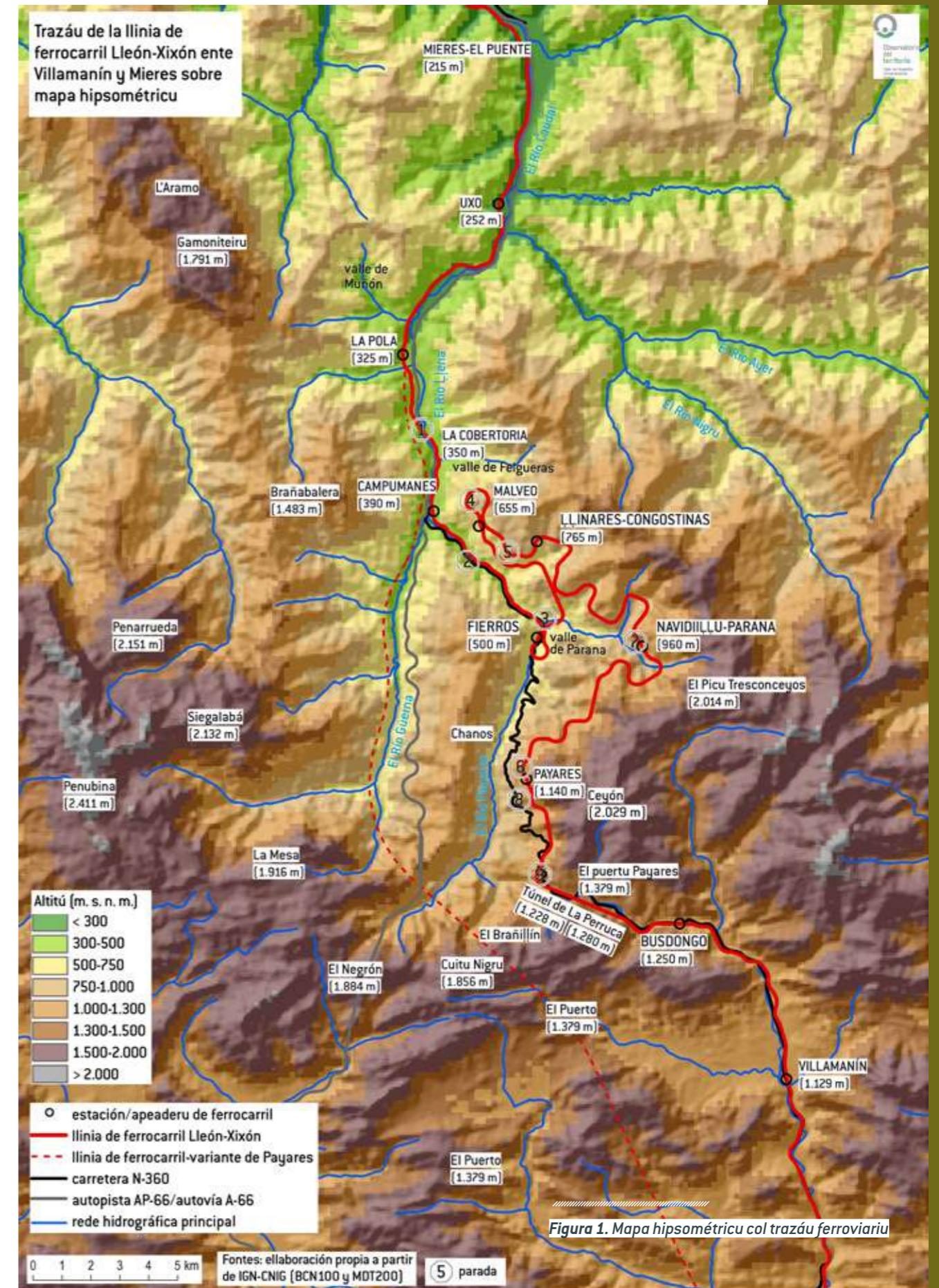
Un elementu determinante na singularidá de Payares, tanto dende un puntu de vista estrictamente ferroviariu como paisaxísticu en xeneral, ye la disposición, configuración y carauterístiques del so trazáu. Una metá ta al aire llibre y la otra en túnel o falsu túnel. Dambos tipos alternense a lo llargo de tol trazáu nes diferentes cotes d'altitú nes que se desarrolla, si bien na parte baxa ye más habitual la continuidá del trazáu al aire llibre y nes partes altes predomina'l túnel o falsu túnel. Esta configuración del trazáu ye'l frutu del mou nel que s'encaró'l diseñu de la rampla, onde inflúin especialmente'l tope de pendiente y el radiu de curva qu'impón un trazáu ferroviariu igual que la configuración y carauterístiques físiques del valle d'El Ríu Payares.

Como indica Bas Ordóñez (2018), les conclusiones de la comisión d'inxenieros, designada pol Ministeriu de Fomentu en 1858 pa estudiar el trazáu de la llinia ferroviaria de Lleón a Asturias, foron que'l destín final de la llinia yera'l puertu de Xixón y que'l pasu más afayadizu yera'l de Payares. La primer propuesta pa esta llinia avanzaba dende Lleón pel valle d'El Bernesga hasta Busdongo, contemplaba'l pasu del puertu al traviés d'un túnel na zona de La Perruca y, dende esti puntu, establecía una traza con una pendiente del 1 % (10 metros de desnivel por cada

quilómetru de vía), qu'avanzaba pel valle de Payares y, en llegando al valle de Felgueras, pasaba pal conceyu d'Ayer pa descender pelos valles de los ríos Negro y Ayer hasta Soto y, dende ellí, seguir hacia Morea y Uxo en direición Uviéu y Xixón. En 1868 entró en funcionamientu'l tramu ente Lleón y La Pola de Gordón, les obres avanzaron hacia Busdongo y entamaron les de Xixón a La Pola, pero siguía ensin tar claro cómo diba abordase la rampla. Esti mesmu añu, Salustiano González Regueral presentó un estudiu nuevu (Rodríguez-Gutiérrez, 2018), nel que'l percorríu acórtase y faise pel valle d'El Ríu Payares: dende La Perruca hasta'l valle de Felgueras, dende esi puntu hasta La Muela y dende ehí hasta Campumanes, p'avanzar hasta La Pola. Sicasí, esta nun va ser la propuesta final. En 1872, a la vez que s'inauguraba'l tramu de La Pola de Gordón a Busdongo, Javier Sanz Larumbe realizó un proyeutu nuevu. Mantuvo'l pasu de la divisoria al traviés d'un túnel y, dende les propuestas previes, acortó'l percorríu llevando la pendiente hasta'l 2 % (20 metros por cada quilómetru percorríu)⁹. Amás, reduxo'l radiu de munches curves hasta los 300 metros¹⁰, aumentó la cantidá de trazáu en túnel y propunxo un retrocesu dende'l valle de Felgueras de mou qu'invertiase'l sentíu de la marcha hasta Fierros, onde se volvía al sentíu de la marcha con otru retrocesu (Bas-Ordóñez, 2018). En 1874 entró en funcionamientu Xixón-La Pola y namás quedaba encarar

9. La variante de Payares tamién tien como pendiente máxima de referencia'l 2 % pa encarar el desnivel ente la estación de La Pola, a 325 metros d'altitú, los 610 metros d'altitú de la boca norte en Los Pontones (Teyeo, Llena) y la boca sur del túnel de Payares en La Pola de Gordón, a 1.020 metros d'altitú.

10. A diferencia de la rampla, na variante de Payares, pa les curves, el radiu de referencia ye de 4.450 metros, siendo'l menor esistente nel trazáu de 2.270 metros [Grupo de Trabajo de Ferrocarriles de la Demarcación de Asturias, 2017].



definitivamente la rampla. Como describe Bas Ordóñez (2018), Sanz Larumbe reaxustó'l so proyeutu, caltuvo toles incorporaciones que fi-ci-ere (pendiente, trazáu, túneles y radiu de cur-va) pero eliminó les recluses y sustituyóles por dos túneles en forma de llazu, de 300 metros de radiu. Esti diseñu foi'l que finalmente se cons-truyó y el qu'anguaño se sigue utilizando (Figura 1). Los añadíos posteriores más significativos fo-ron los falsos túneles que s'iguaron pa disminuir el problema de los aludes, y que reduxeron un poco la cantidá de vía al aire llibre. Como indi-quen Bas (2017, 2018) y Flores (2021, 2022) la vía única de Payares necesitó tamién desarrol-lar delles estaciones pa xestionar la rampla, puntos onde fuere posible facer cruces, adelantamien-tos y paraes. Nun entamu levantáronse ocho estaciones: La Pola, Campumanes, Fierros, Mal-veo, Llinares-Congostinas, Navidiillu-Parana, Payares y Busdongo, a les que va xuntase La Cobertoria cola lletrificación¹¹.

Esti trazáu permite superar un desnivel de 955 metros ente'l puntu más baxu, la estación de La Pola y el más altu, la boca sur del túnel de La Perruca, teniendo en cuenta qu'entrambos puntos namás hai 21 km en llinia reuta; amás, ye especialmente significativu l'ámbitu ente Fie-rrros y la boca sur de La Perruca: en 10,2 km que separen estos dos puntos en llinia reuta hai una diferencia de cota de 780 metros. Énte esto, dende Xixón hasta La Pola hai 44,3 km en llinia reuta y l'ascensu altitudinal ente les sos estacio-nes ye de 315 metros. Dende Lleón hasta Bus-dongo hai casi la mesma distancia, 44,4 km en llinia reuta, con un desnivel de 420 metros.

11. Nesta enumeración nun s'inclúi l'apeaderu de La Frecha por ser namás un apeaderu pal usu de los viaxeros, qu'en nengún momentu implicó llabores de xestión del tránsitu pola rampla.

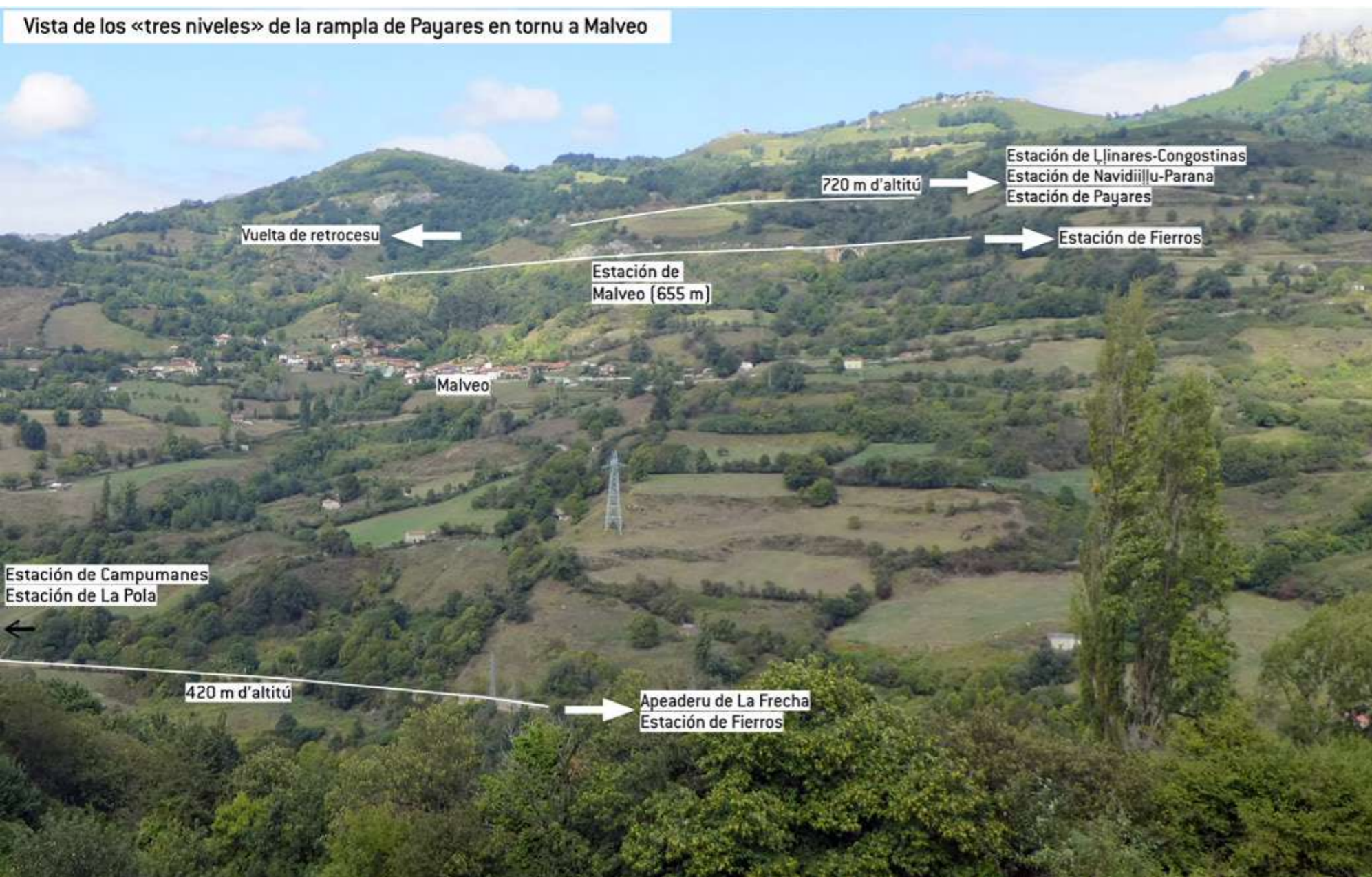
Pa xestionar el desnivel ente La Pola y La Perruca, el trazáu ferroviariu percuerre 53 km con una pendiente que nun supera'l 2 %, pero qu'en pocos tramos ye inferior al 1,8 %. Esto configura una traza que se percibe, nel terrén, como cuasi llana, con una continuidá que nun ye cuasi a vese pola presencia de túneles y los ziszás del percorríu. Sicasí, dende un puntu de vista téunicu, una pendiente constante y sostenida del 2 % a lo llargo de decenes de quilómetros, amás d'un trazáu con curves zarraes, de namás 300 metros de radiu (Bas-Ordóñez, 2019),

Énte La Pola (Llena) y La Perruca, el trazáu ferroviariu percuerre 53 km con una pendiente que nun supera'l 2 %, pero qu'en pocos tramos ye inferior al 1,8 %. Esto percíbese, nel terrén, como una traza cuasi llana, amás de pola presencia de túneles y los ziszás del percorríu. Sicasí, dende un puntu de vista téunicu, una pendiente constante y sostenida del 2 % a lo llargo de decenes de quilómetros, amás d'un trazáu con curves zarraes, de namás 300 metros de radiu, suponen un gran retu d'esplotación pa un trazáu ferroviariu

ABAXO

Figura 2. Fotografía xeneral del valle d'El Río Payares, de Campumanes al túnel de La Perruca. (Semeya: C. F. B., IX/2024)





ARRIBA

Figura 3. Los tres niveles de la vía nel entornu de Malveo. [C.F.B., IX/2024]

suponen un gran retu d'esplotación pa un trazáu ferroviariu.

La rampla desarróllese a lo llargo de lo que podemos considerar «tres niveles», gracias a un zizás grande que-y permite ascender pela lladera del valle d'El Río Payares de forma continua (figures 1, 2 y 3). Nel «primer nivel», dende La Pola hasta Fierros, la vía desarróllese nel sentíu sur siguiendo'l fondu del valle d'El Río Llena hasta Campumanes y dempués, nel sentíu sureste, sigue avanzando hasta Fierros pel fondu del valle d'El Río Payares. Dende esti puntu, el trazáu xira a unos 300 graos pa cambiar el sentíu de la marcha pal norte, entrando asina nel «segundu nivel». Trescorre a media lladera,

hasta pasar la estación de Malveo y llegar al valle de Felgueras, onde xira, otra vegada, otros 300 graos, na conocida como «vuelta o curva de retrocesu» pa seguir otra vegada hacia'l sur. Arrancando d'ehí, desarróllese'l «tercer nivel», la vía moldia a la disposición de la lladera este del valle de Río Payares, caracterizada por una gran cantidá de valles secundarios y terciarios,

lo que-y da un desarrollu territorial ampliu que va permiti-y al trazáu ferroviariu un desarrollu llinial destacáu al traviés de los entrantes y salientes de los valles ya interfluvios. Destaca especialmente la ramificación amplia de la cabecera del valle de Parana; de fechu, nesti valle secundariu, el tren avanza 11,6 km y pasa de la cota 830 a 1.060.

Gracies a esti trazáu, el ferrocarril, carauterízau pola gran torga de la pendiente y los radios de curva, pue superar lo que Martínez Fernández (2016) describe como'l «escalonamientu territorial na montaña central d'Asturies». Un relieve que «s'amuesa como un anfiteatru nel que les altitúes van escalonando pali a pali hasta llegar a la divisoria d'agües», un ascensu de norte a sur que se fai «d'una manera mui brusca». Esti escalonamientu pol que trescorre'l tren ta relacionáu direutamente col desarrollu de los usos del suelu y de les actividaes tradicionales y actuales nos montes centrales. Y, como diximos, el trazáu ferroviariu, pola so disposición y configuración, permite, dende diferentes cotes y orientaciones, observar un total de 118 quilómetros cuadraos de los montes centrales d'Asturies, una gran cantidá y diversidá de territoriu onde pue vese esi escalonamientu, que nun abarca namás cuasi tol valle d'El Río Payares, sinón tamién espacios amplios del valle d'El Río Llena, una parte d'El Valle'l Güerna o los puntos cimeros de L'Aramo o de Penarrueda.

V. EL PAISAXE DE LA RAMPLA DE PAYARES EN NUEVE PARAES

Pa tratar el paisaxe de la rampla de Payares na vertiente asturiana, dende La Pola hasta la boca norte del túnel de La Perruca, por cómo y per ónde discurre'l trazáu, poles carauterístiques del territoriu qu'arrodia'l

percorríu del tren y poles vistas qu'ofrez, puen considerase tres sectores¹².

El primer sector desarróllase ente La Pola y Fierros; 12,5 quilómetros de llinia ente les estaciones que pasen de los 325 a los 500 metros d'altitú. El trazáu pasa cerca del fondu de valle, entrelazándose cola autovía A-66 hasta Campumanes pel valle d'El Río Llena, y dempués cola N-630 pel valle d'El Río Payares. Nesta parte hai árees grandes de prau y delles güertes, asina como mases de castañal importantes y formaciones arbolaes mestres de castañal, carbayu, fresnu, ablanu, etc.; tamién hai enclaves con encines o plantaciones puntuales d'ocalitu, xunto coles formaciones de ribera nel entornu de los calces de los ríos. Nesti sector obsérvase la bayura d'usos del fondu del valle, aprovechando les árees más favorables non solo pal pasu de les infraestructures, sinón tamién pal crecimentu de los nucleos de población y usos venceyaos, como los equipamientos y les

12. El conceutu «sector» ye más ampliu territorialmente que'l de «nivel», que se circunscribe a la traza de la vía y fai referencia a la disposición del trazáu na lladera. Como s'observa nes figures 2 y 3. Amás, los tres sectores, dende un puntu de vista paisaxísticu, nun coinciden exautamente colos «tres niveles» desplicaos enantes. El primer nivel y el primer sector sí son coincidentes, dambos ente La Pola y Fierros. El segundu sector inclúi'l «segundu nivel» y el tramu inicial del «tercer nivel», hasta llegar a Llinares. El tercer sector correspuende cola parte media y cimera del «tercer nivel».

árees industriales y comerciales y tamién los restos d'actividaes mineres antigües, como les explotaciones d'hulla de La Cobertoria. Puen vese dende'l tren nucleos como La Pola, La Vega'l Cigu, La Vega'l Rei, El Reúndu, Campumanes o La Frecha. Nesta parte atópase tamién la variante ferroviaria de Payares y l'entamu de l'Autopista'l Güerna. Tamién nesti sector asitia, mui próxima al trazáu del tren y l'autovía, la ilesia perrománica de Santa Cristina, xunto a la estación de La Cobertoria.

El segundu sector va dende Fierros hasta Llinares. Nesti tramu'l ferrocarril percuerre, ente estaciones, 13,5 km y pasa de los 500 a los 765 metros d'altitú. Nel puntu intermediu d'esti sector atópase la «vuelta de retrocesu» sobre'l valle de Felgueras, qu'ofrez un mirador destacáu con vistas amplies. Nesta parte la vía allóñase del ríu y desarróllase a media lladera, avanzando primero pal norte, alloñándose del puertu de Payares pa poder ganar altura, hasta la «vuelta de retrocesu». Dempués toma'l sentíu sur, pa Lleón. El so trazáu altraviesa espacios amplios de praderíes onde siguen destacando delles llendes a base de zarros vexetales densos. Muchos d'estos praos asienten n'árees antigües de cultivu cerealista. Tamién hai superficies arbolaes estenses, llocalizaes en zones de pendiente más pronunciada y suelos menos fondos, onde predominen la castañal y el carbayu, y empiecen a vese los fayeos

nes proximidaes de Llinares. Asina mesmo, los matos y los pastos entamen a ganar presencia. Los nucleos aprovechen pa allugase en zones de topografía más favorable y más soleyeres, como pasa en Güelles, Congostinas, Casorvía, Malveo o Erías, nel valle de Payares. Pero dende la vía tamién son visibles otros nucleos fuera del valle d'El Río Payares, como Tiós y Cuturresu, en El Valle'l Güerna o Mamorana, Otero y Muñón Cimiru nel valle d'El Río Llena, que respuesten a los mesmos esquemes de llocalización. Al dir ganando n'altitú la vista ye cada vez más amplia, enmarcada poles lladeres na mesta de los valles d'El Río Güerna y el Payares y l'entamu d'El Río Llena. La «vuelta de retrocesu» permite observar la estructura y configuración xeneral de la parte este del valle d'El Río Llena, dende la lladera de Brañabalera, al sur, hasta les fasteres meridionales de la sierra de L'Aramo al norte, onde destaca El Gamoniteiru.

El tercer sector ye'l más llargu, dende la estación de Llinares-Congostinas hasta la boca norte del túnel de La Perruca. Un percorriú de 24 km pa pasar de los 765 a los 1.228 metros d'altitú. La vía xube pela parte alta de la lladera al traviés de dellos ziszás qu'aprovechen los múltiples entrantes de los valles y salientes d'interfluvios que configuren la cabecera amplia del zarru de este y sureste del valle d'El Río Payares, col desarrollu destacáu del valle secundariu de Parana. Altérnense asina les orientaciones norte y sur de les lladeres per onde

trescorre la vía. Puen observase diferentes nucleos de población, enclaves como Samiguel, Payares o Chanos, llocalizaos perbaxo del trazáu ferroviariu. Estos enclaves, al igual que los anteriores, llocalizaos a media lladera, en terrenos favorables y arrodiaos de superficies afayadices pal cultivu onde anguaño se llocalicen güertes pequeñes y amplies superficies de praos. Puen vese les segundes y terceres fasteres de pradería, cada vez más próximes a la parte cimera del valle. Sicasí, nesti sector los espacios de prau son más escasos si se comparen al gran númberu de superficies arbolaes, onde domina la faya, con presencia del carrascu o l'abeduriu, o del carbayu n'orientaciones meridionales. Nos terrenos más altos y nes lladeres orientaes pal sur, cada vez tienen más presencia'l pastu y el matu, mentanto que nes zones cimeres tamién abonden los pastos d'altura. Dende esti sector vese una parte grande del valle d'El Río Payares, la parte cimera d'El Valle'l Güerna o Penarrueda, yá en Quirós. Amás, son a percibise los restos de la minería d'antracita nes árees de Llinares, Navidiu o Payares. Na parte final, nes proximidaes del puertu de Payares, el ferrocarril entellaza otra vegada cola carretera nacional (N-630).

Nueve panorámiques

Tolo dicho y descrito hasta'l momentu puen espeyalu una bayura de semeyes. Escoyimos **nueve paraes**, nueve panorámiques pa observar el paisaxe (figures 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12).

La Figura 4 muestra La Cobertoria y parte del valle de Felgueras. La importancia del enclave de La Cobertoria desplicase pol proceso de lletrificación de la llinia, que conllevó la construcción de la estación homónima (Bas-Ordóñez, 2017; Flores, 2022). Nesti puntu'l ferrocarril trescorre pel fondu del valle y cruza sobre l'autovía A-66 y El Río Llena, cambiando

de la lladera oeste a la este. Pue vese una parte del valle de Felgueras, la «vuelta de retrocesu» y la ilesia prerrománica de Santa Cristina. Los praos, muchos d'ellos con llendes de sebe, nel entornu de los nucleos d'Alceo y Las Campas, y tamién los espacios arbolaos, mui abundantes, onde predomina la castañal.

ABAXO

Figura 4. Parada 1, La Cobertoria y el valle de Felgueras (Semeya: C. F. B., I/2024)



ARRIBA

Figura 5. Parada 2, apeaderu de La Frecha y lladera ente Casorvia y Malveo. (Semeya: C. F. B., IX/2024)

La Figura 5 céntrase na lladera ente Casorvia y Malveo, col apeaderu de La Frecha na parte baxa, una incorporación de recién a la llinia pa dar serviciu de viaxeros al nucleu homónimu (Flores, 2022). Nesti puntu, el tren trescorre pel fondu del valle, pero yá asentáu na lladera, lloñe d'El Río Payares y nel marxe opuestu a la N-630. Pue vese la lladera este del valle d'esti ríu, na so parte baxa, ente los nucleos de Casorvia y Malveo, col pasu del «segundu nivel» de la vía pela

ponte de Valtocín. Tamién la llinia de 400 kV Lada-La Robla. Nesta parte abonden los praos y les boles de yerba ensilao. Enriba d'ellos hai mases forestales xebraes, asociaes a espacios de topografía menos amañosos que s'entemecen colos praos. Tamién son visibles delles árees pequeñes con pendiente alta y suelos esqueléticos con peñeu a flor onde predomina'l pastu con dalgo de matu.



ARRIBA

Figura 6. Parada 3, Fierros. [Semeya: C. F. B., IX/2024]

La Figura 6 ofrez una vista del enclave de Fierros, tanto de les instalaciones de la estación de Fierros, como del nucleu de población y los nucleos próximos de Fresno y Las Puentes. Pue vese la configuración del valle d'El Río Payares nesti puntu, lladeres enfrentaes, d'orientación este y oeste con pendiente destacada y, al fondu, el zarru perimetral del valle na divisoria d'agües con La Meseta, en tornu a Cuitu Nigru. La inclinación de les lladeres nesta parte del valle fai que predomine cuasi completamente l'arboláu, destacando la castañal nes áreas con menos sol y el carbayu nes más soleyeres,

esistiendo amplies áreas mestres onde tamién hai presencia de fresnos, cerezales, álamos, ablanos, etc., asina como con matos y pastos nos ámbitos con más pendiente y suelos menos desarrollaos. Los praos son escasos y llocalícense nos espacios de topografía más afayadiza y con bona orientación. Pel fondu del valle, discurre la N-630. Nesti puntu, el trazáu de la vía dispónse paralelu al ríu, perriba d'él y hasta completar la vuelta de 300 graos que-y permite avanzar pel «segundu nivel» hacia'l norte, a media lladera, perriba del pueblu de Las Puentes.

La Figura 7 permite observar en primer planu la «vuelta de retrocesu» y, en segundu planu la vista que se tien del valle d'El Río Llena dende esti puntu. Nel fondu del valle, el pasu de la vía sobre l'autovía A-66, Los Consorios, La Vega'l Ciigu y La Pola. A media lladera los nucleos de Mamorana, Otero o Muñón Cimiru y les llinies de 400 kV Soto Ribera-La Robla y Lada-La Robla. Pue vese un valle abiertu en contraposición a la figura anterior, conformáu polos secundarios de Mamorana, Piedracea y Muñón na parte oeste; lladeres suaves nes qu'abonden los praos,

sobre too nel entornu de los nucleos, con bayura de llendes a sebe. Los espacios arbolaos dispónense a lo llargo de la lladera, con mases de castañal y carbayu, zones mestres na parte baxa y media y de faya nes partes altes. Pela so parte, na lladera este, nel valle de Felgueras y perriba de La Cobertoria hai encines. Tamién s'identifiquen plantaciones puntuales d'ocalitu y de pinu. Nes partes cimeres de les divisories ente valles destaquen les carbres amplies (espacios poblaos de matos, pastos y peñeos, normalmente enriba de suelos poco desarrollaos).

ABAXO

Figura 7. Parada 4, «vuelta de retrocesu» y valle d'El Río Llena. [Semeya: C. F. B., I/2024]



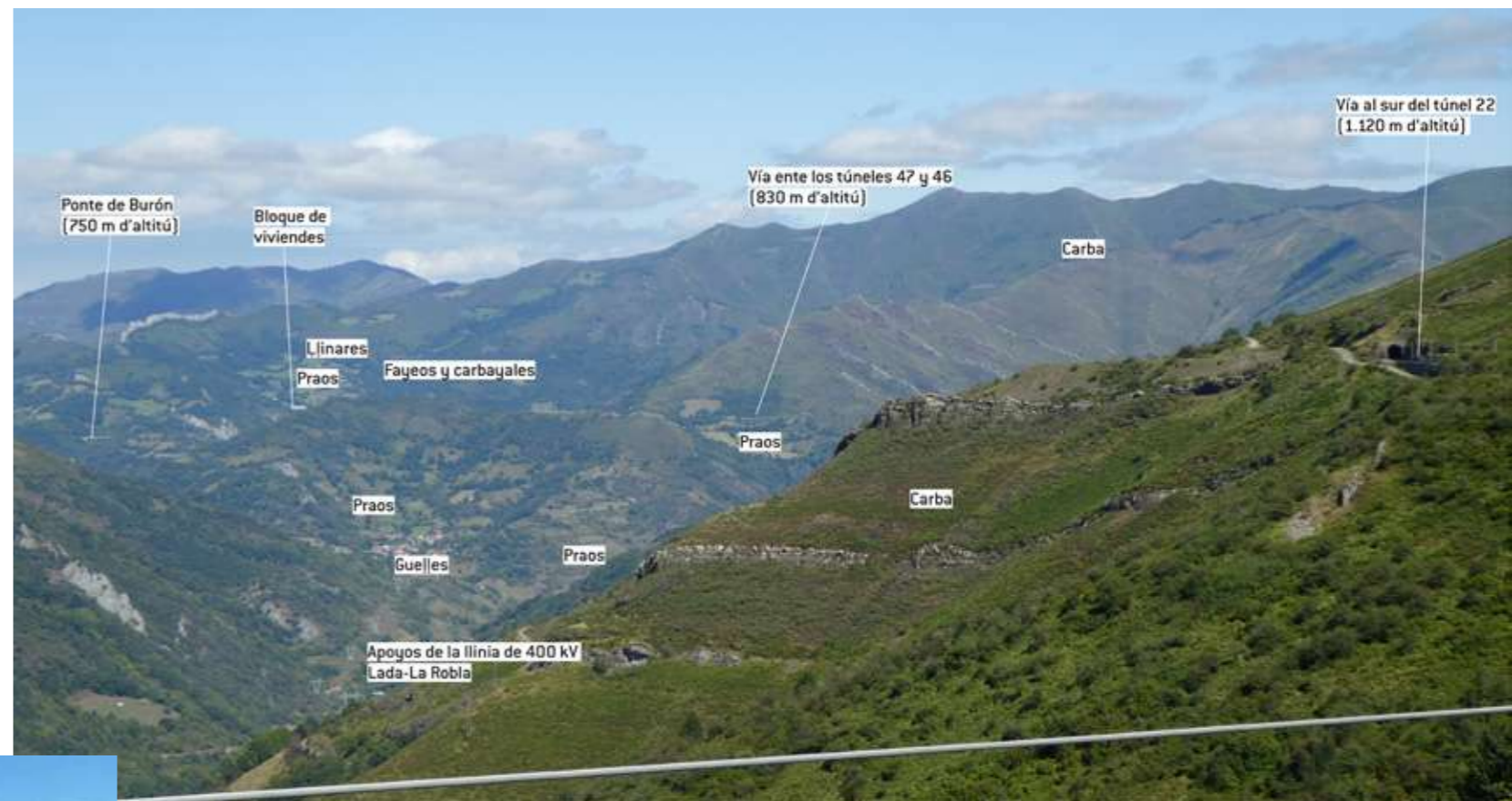
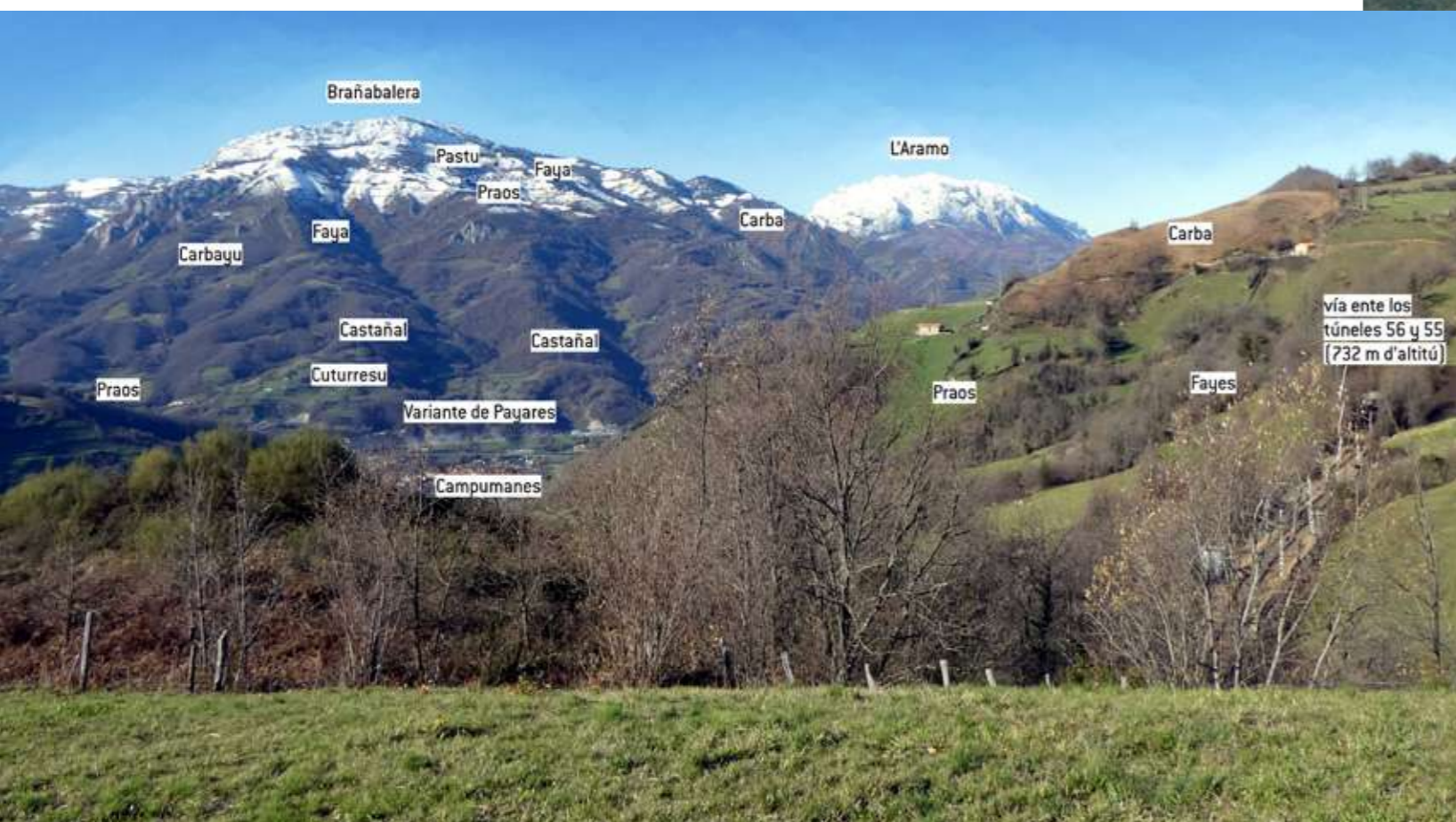
La Figura 8 ofrece una vista xeneral dende l'área de Burón a Brañabalera y el puntu onde se xunten los valles del Payares y del Güerna en Campumanes, amás de la parte cimera de la sierra de L'Aramo al fondu. Percíbese la disposición de la lladera de Brañabalera, dende'l fondu del valle de los ríos Güerna y Llena hasta'l llambrión caliar que lu encuma, la configuración de los diferentes valles ya interfluvios qu'organicen el so relieve y la disposición de los praos y árboles, castañal na metá inferior y carbayu y faya na

metá superior. Tamién los espacios de pastu y matos, la mayor parte d'ellos cubiertos pola nieve na imaxe. Nel fondu del valle, Campumanes y l'entamu de la AP-66 (Autopista'l Güerna) y el PAET¹³ de Campumanes del trazáu ferroviariu de la variante de Payares. Mientres, en primer términu vese'l «tercer nivel» de la rampla de Payares, ente los túneles 56 y 55, perriba de Casorvía y próximamente al área de Burón, con munches praderías y espacios pequeños d'arbolaos onde la faya yá tien una presencia destacada.

13. PAET: Puntu d'Adelantamientu y Estacionamientu de Trenes.

ABAXO

Figura 8. Parada 5, Brañabalera y sierra de L'Aramo dende Burón. (Semeya: C. F. B., I/2024)



ARRIBA

Figura 9. Parada 6, Llinares y Guelles dende Payares. (Semeya: C. F. B., IX/2024)

La Figura 9, tomada dende la subestación llétrica de Payares, brinda una vista amplia del tramu mediu del valle d'El Río Payares, especialmente de les partes cimeres y n'orientación sur de los valles de Llinares, Congostinas y Parana, amás de la lladera al norte de la estación de Payares. Esta perspeutiva permite ver dellos puntos de la rampla: la ponte de Burón, al fondu, el pasu de ferrocarril pela zona del Peñón de Llinares, ente los túneles 47 y 46 y, cuasi en primer planu, la boca sur del túnel 22. Destaca la posición del nucleu de Guelles, arrodiáu por munchos praos con llendes de sebe, delles mases forestales onde predominen fayas y carbayos na parte alta y espacios de pastu y matos. Tres de Guelles divísase'l nucleu orixinal de

Llinares, arrodiáu de praos, espacios arbolaos y carbes onde se combinen matos y pastos. Tamién pue vese'l bloque de viviendes diseñáu por Corominas y allugáu xunto a la estación de Llinares- Congostinas (Fernández-Bustamante, 2015). Pue vese tamién na imaxe la distribución de los praos na metá inferior; la de les carbes nes partes medies y cimeres con orientación sur, en pendientes destacaes con afloramientos rocosos abundantes y suelos poco desarrollaos (como pue vese en primer planu, al rodiu de la vía); la distribución n'altura de los praos aprovecha superficies de meyor topografía; el desarrollu de los espacios arbolaos, con faya o carbayu como especies principales; y, avanzando a media lladera, la llinia de 400 kV Lada-La Robla.



La Figura 10 muestra una parte perfectamente contrastada ente les lladeres de la cabecera del valle de Parana, nel área de Navidiillu. Per un llau, el fayéu imponente de Mudrielos que se desarrolla na vertiente orientada pal norte. Pel otu llau, la lladera d'enfrente, onde ta la estación de Navidiillu-Parana, orientada pal sur, con una carba amplia, un espaciu de pastu y matos entemecíos, con dellos árboles espardíos, onde abonden el felechu y los peñeos.

ARRIBA

Figura 10. Parada 7, Navidiillu. (Semeya: C. F. B., IX/2024)

La Figura 11 permite observar una parte de la metá meridional del valle d'El Río Payares, nel entornu de la estación. Na lladera este acolúmbrase'l trazáu ferroviariu y la carretera N-630. Ente medies dispónense praos, áreas de pastu y formaciones de carbayu a los pies de la estación de tren y de la subestación llétrica de Payares, y tamién la llinia de 400 kV Lada-La Robla. Perriba de la estación abonda'l pastu, combinao con matu y espacios arbolaos de carbayu. Perbaxo la carretera puen vese más praos y un bon númeru de boles de yerba ensilao.

ABAXO

Figura 11. Parada 8, estación de Payares (Semeya: C. F. B., IX/2024)



Na lladera oeste, el nucleu de Chanos, allugáu nuna hombrera amplia del cordal, ye un espaciu de topografía mui favorable, siendo visibles delles eries antigües, qu'entá conserven les traces del so pasáu como tierres de llabor, aunque nel usu actual predomina'l prau; el restu de les praderies llocalizaes na segunda orla, especialmente perriba del pueblu, n'espacios onde la topografía y la orientación tovía son aceutables. El restu del espaciu ta ocupáu por formaciones forestales de carbayu y faya y zones de pastu y matu, iguando en xunto un paisaxe de carbes amplies.

La Figura 12 muestra l'amplitú de la vista dende la parte más alta del trazáu, dende la vía ente los túneles 13 y 12, unos 300 antes de la boca norte del túnel 11, La Perruca. Dende esti puntu vese la cabecera del valle d'El Río Payares, el zarru perimetral pel sur conformando la divisoria ente Asturias y La Meseta, onde asienta'l fayéu de Valgrande. Tamién se pue ver la cabecera de El Valle'l Güerna coles elevaciones de La Mesa, La Tesa y Penubina. Un espaciu onde

tán presentes, xunto coles formaciones de faya, los pastos d'altura y les superficies amplies onde se combinen pastos y matos. Amás del ferrocarril, la traza del gasoductu Lleón-Uviéu, la llinia de 400 kV Soto Ribera-La Robla y el pasu al valle d'El Río Payares de l'Autopista'l Güerna tres d'atravesar el cordal de Pando, enantes de llegar al túnel del Negrón, un conxuntu d'infraestructures que dexen claro la importancia loxística y estratéxica d'esti sector.

ABAXO

Figura 12. Parada 9, Valgrande. (Semeya: C. F. B., XI/2023)



Referencies bibliográfiques

Adif (2022). Variante de Pajares. La infraestructura clave que incorporará a Asturias a la red de alta velocidad. <https://www.adifaltavelocidad.es/avances-en-variante-de-pajares>

Adif (2023). Variante de Pajares. Conexión en alta velocidad con Asturias. <https://www.adif.es/documents/34745/10371056/2023+Adif+Dossier+Variante+de+Pajares+LAV+Madrid+Asturias.pdf/7f19aaba-c2b7-d95a-7207-e65c02aa63d8?t=1701274665954>

Adif (2024). Declaración sobre la red 2025. https://www.adif.es/documents/20124/0/20240801+01_DR_2025_Adif_Libro.pdf/c7d1b83d-ae42-e190-6583-ce779d46f4d5?t=1723134302032

Bas-Ordóñez, G. (2017). El enclave ferroviario de La Cobertoria. *Vindonnus, Revista del padremuñu cultural de Llena* 1, pp. 80-92.

Bas-Ordóñez, G. (2018). El ferrocarril de Pajares, un repaso a su historia y patrimonio. *Vindonnus, Revista del padremuñu cultural de Llena* 2, pp. 24-33.

Bas-Ordóñez, G. (2019). *Rampa de Pajares. Villamanín – Lena – Mieres*. Patrimoniu industrial. <https://patrimoniuindustrial.com/fichas/rampa-de-pajares/>

Cabrera, J. B. (1956). *Itinerarios descriptivos de las líneas férreas españolas*. Madrid: Ediciones S.I.T.

Council of Europe (2000). Council of Europe Landscape Convention (as amended by the 2016 Protocol). European Treaty Series, nº 176, Florence, 20 de octubre de 2000. <https://rm.coe.int/16807b6bc7>

Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España (1915). *Álbum-Guía de la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte*. Bayona: Paul Cosseau.

Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España (1921). *Guía Descriptiva de los Caminos de Hierro del Norte de España. Invierno de 1921-22*. Madrid: Gráficas Reunidas SA.

Fernández-Bustamante, C. (2015). *Actividad minera e industrial en Lena*. Siglos XIX y XX. Lena: Ayuntamiento de Lena.

Fernández-Bustamante, C. (26 de payares de 2023). Nada menos que 55 kilómetros de vía para librar un desnivel de 900 metros. *La Nueva España, Siglo XXI*. <https://www.lne.es/asturias/ave-en-asturias/2023/11/26/55-kilometros-via-librar-desnivel-95065707.html>

Fernández-García, F. & Rodríguez-Gutiérrez, F. (1992). La evolución reciente del espacio rural. En Morales Matos, G. (Dir.). *Geografía de Asturias* 1, pp. 177-192. Oviedo: Prensa Asturiana.

Fernández-García, F. (2001). Los paisajes agrarios. En Fernández-García, F. & Quirós-Linares, F. *Atlas aéreo de Asturias. Los paisajes del siglo XX*, pp. 145-160. Oviedo: Prensa Asturiana.

Flores, J. M. (2021). Estaciones de ferrocarril en la rampla de Pajares (1). Las estaciones fundacionales (1872-1884). *Vindonnus, Revista del padremuñu cultural de Llena* 5, pp. 28-41.

Flores, J. M. (2022). Estaciones de ferrocarril en la rampla de Pajares (2). El siglo XX. Electrificación y gestión estatal. *Vindonnus, Revista del padremuñu cultural de Llena* 6, pp. 50-66.

García-Fernández, J. (1988). *Sociedad y organización tradicional de espacio en Asturias*. Gijón: Silverio Cañada.

González-Crespo, J. L. & Hacar-Rodríguez, F. (2018). *Pajares. De Barrera entre Mundos a Camino sin Fronteras*. <https://www.centroasturianomadrid.es/wp-content/uploads/2022/06/Pajares-Espanol-Ingles-JLGonzalez-FHacar.pdf>

Grupo de Trabajo de Ferrocarriles de la Demarcación de Asturias (2017). Las variantes de la variante de Pajares. *Qanat* 3, pp. 6-24.

Herrera-Arenas, D. (26 de noviembre de 2023). Puerto y puerta. *La Nueva España, Siglo XXI*, pp. 6-7.

Institutu Xeográficu Nacional. Base Topográfica Nacional a escala 1:100.000 (BTN100).

Institutu Xeográficu Nacional. Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 (MTN25).

Institutu Xeográficu Nacional. Modelo Digital del Terreno – MDT200.

Martínez de Pisón, E. (2010). Saber ver el paisaje. *Estudios Geográficos* 269, pp. 395-414.

Martínez-Fernández, L. C. & Maceda-Rubio, A. (2012). Tradición y renovación en la alta montaña de la Asturias Central. En Delgado Viñas, C. & Plaza Gutiérrez, J. I. (Eds.). *Territorio y paisaje en las montañas españolas. Estructuras y dinámicas espaciales*, pp. 191-202. Santander: Ministerio de Ciencia e Innovación y Ediciones de Librería Estvdio.

Martínez-Fernández, L. C. (2016). *Los paisajes de la alta montaña central de Asturias*. Valladolid, Oviedo: Universidad de Valladolid, Universidad de Oviedo.

Martínez-Fernández, L. C. (2019). Los paisajes de las montañas de Lena: una herencia histórica. *Vindonnus, Revista del padremuñu cultural de Llena* 3, pp. 72-80.

Ministeriu d'Educación, Cultura y Deporte (2015). Plan Nacional de Paisaxe Cultural. Secretaría Xeneral Téunica, Subdirección Xeneral de Documentación y Publicaciones. <https://www.cultura.gob.es/planes-nacionales/dam/jcr:55b779f7-037f-45a0-baa0-17f27bc2587a/05-maquetado-paisaje-cultural.pdf>

Morán, J. (26 de payares 2023). Casi todos los mundos de Asturias caben en la rampla de Pajares. *La Nueva España, Siglo XXI*, p. 6.

Patrimoniuiustrial.com (2019). *Rampa de Pajares*. <https://patrimoniuiustrial.com/fichas/rampa-de-pajares/>

Pisa-Menéndez, P. (2015). Red viaria en Asturias: de las vías romanas del oro a los caminos medievales. Inédita. https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/36668/7/TD_PedroPisa.pdf

Rodríguez-Gutiérrez, F. (1984). *Transformación y crisis de un espacio de montaña: el concejo de Lena*. Lena: Ed. Ayuntamiento de Lena.

Rodríguez-Gutiérrez, F. (1989). *La organización agraria de la Montaña Central Asturiana*. Oviedo: Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Principado de Asturias.

Rodríguez-Gutiérrez, F. (2018). *La rampla de Pajares. Superó la Cordillera, abasteció España y desenclavó Asturias*. Oviedo: Ediciones de la Universidad de Oviedo.

Red Eléctrica de España (2017). Sistema eléctrico peninsular. https://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/mapa_lineas_2017_v1.pdf

Valverde y Álvarez, E. (1886). *Itinerarios de líneas férreas. De Madrid a Oviedo y Gijón, Langreo, Laviana, Trubia y Caldas. Viajes descriptivos. Guía Práctico Valverde*. Madrid: Imprenta de Fernando Cao y Domingo del Val.

Xefatura del Estáu (2008). *Instrumento de Ratificación del Convenio Europeo del Paisaje (número 176 del Consejo de Europa), hecho en Florencia el 20 de octubre de 2000*, Boletín Oficial del Estado, nº 31, del 5 de febreru del 2008.

Ciencias



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo



ACADEMIA
DE LA LLINGUA
ASTURIANA
