Actas del XIV Congreso Internacional de la Asociación Española de Climatología

Cambio climático, riesgos y territorio: Avances y respuestas científicas

San Cristóbal de La Laguna (Tenerife),
del 28 al 30 de octubre de 2026

Editores:
P. Dorta Antequera
A. López Díez
J. Díaz Pacheco
J. Correa González
N. Martín Raya

AEC Asociación Española de Climatología
aemet Agencia Estatal de Meteorología
Universidad de La Laguna
Gobierno de Canarias Consejería de Transición Ecológica y Energía
Cabildo de Tenerife Consejería Insular del Medio Natural, Sostenibilidad Seguridad y Emergencias
Excmo. Ayuntamiento de San Cristóbal de La Laguna
CajaCanarias Fundación
Binter Líneas aéreas de Canarias
fic
PLANCLIMAC2
MICROCLI-MAC

Actas del XIV Congreso Internacional de la Asociación Española de Climatología. San Cristóbal de La Laguna (Tenerife, Canarias), del 28 al 30 de octubre de 2026

Editores: P. Dorta Antequera, A. López Díez, J. Díaz Pacheco, J. Correa González y N. Martín Raya

Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC)

Organizan: Asociación Española de Climatología, Agencia Estatal de Meteorología y Universidad de La Laguna

© de los resúmenes: sus autores
© de esta edición: Asociación Española de Climatología, 2026

Primera edición: octubre de 2026

Edita: Asociación Española de Climatología · aeclim.org
ISBN (PDF): 978-84-XXXXXXX-X-X
DOI: https://doi.org/10.XXXX/XXXXX

Actas del XIV Congreso Internacional de la Asociación Española de Climatología

San Cristóbal de La Laguna (Tenerife),
del 28 al 30 de octubre de 2026

Índice

Projected changes in extreme precipitation over the Iberian Peninsula: insights from a pseudo-global warming framework driven by AIFS ensembles 21

Understanding Summer Heat Extremes over Spain through Spatio-Temporal Quantile Regression for High Temperatures Using ERA5 Geopotentials 22

Cambios en frecuencia, intensidad y parámetros convectivos en los entornos favorables a downbursts en CMIP6 23

Proyecciones de las anomalías de fuentes de humedad y temperatura asociado a períodos secos futuros en la región Península Ibérica-Mediterráneo Occidental 24

Análisis de la relación entre la precipitación y sus fuentes de humedad predominantes en el Atlántico Norte desde 1985 hasta 2100 25

Modelos LSTM híbridos para la mejora de las proyecciones de caudal en la península ibérica bajo escenarios de cambio climático 26

Evaluación comparativa del downscaling estadístico basado en redes neuronales y el downscaling dinámico en predicciones climáticas decadales 27

Assesing future rainfall in southern iberian peninsula thorugh pseudo-climate simulations 28

Evaluación de las predicciones climáticas decenales de índices El Niño 29

Do significant temporal changes exist in past extreme precipitation across Europe? An analysis and comparison using three datasets 30

Evolución reciente de la temperatura y su dependencia altitudinal en Andorra 31

Adaptaciones de la vegetación con raíces profundas a la sequía y su papel en la modulación de la evapotranspiración (ET) en África 32

Variabilidad y tendencias de agua precipitable y temperatura en altura sobre la Península Ibérica a partir de radiosondeos IGRA (1973–2025) 33

Portugal's future under water stress: a high-resolution CMIP6 assessment 34

Proyecciones de la cobertura nubosa total en Canarias durante el siglo XXI mediante regionalización dinámica y datos satelitales 35

Downscaling estadístico desde geopotenciales 500 y 700 hPa para la proyección de eventos diarios de temperatura extrema en la Península Ibérica 36

Stochastic Generator of Daily and Subdaily Precipitation through Nested Stochastic Models and Reanalysis Data 37

Added Value of Regional Climate Change Projections 38

Sesgos en la estructura tridimensional del calentamiento y su impacto en la atribución de precipitaciones extremas: las Inundaciones de Valencia de octubre de 2024 39

Super-emulador climático regional CORDEX con ajuste fino a alta resolución 40

Modelado de Alta resolución para Resolver los Sistemas de Afloramientos costeros: pasado, presente y futuro (ARSA) 41

Tendencias pasadas, presentes y futuras de la radiación solar en Europa: evaluación del papel de las nubes y los aerosoles 42

Precipitating moisture sources for North Atlantic tropical easterly waves: Climatology and future projections 43

Proyecciones de clima de oleaje de alta resolución a lo largo de la costa atlántica europea basadas en forzamiento de viento CMIP6 reducido de escala 44

High-Resolution Regional Climate Projections and Tourism Impacts in the Macaronesian Archipelagos 45

Warming and Climate Sensitivity from Long-term Temperature Records at Free Tropospheric Conditions 46

Improving the understanding and prediction of sea breezes and their effects on the meteorological conditions of complex Semi- arid regions: The BRISA field campaign on the coast of Cádiz. 47

Evaluación de los recursos futuros de energía eólica en la Península Ibérica bajo escenarios de cambio climático. 49

Los diferentes tipos de brisas marinas en el golfo de Cádiz: caracterización sinóptica y observacional 50

Climate change rain erosivity (Lanzarote, Canary Islands, Spain) 51

Los diferentes tipos de brisas marinas en el golfo de Cádiz: caracterización sinóptica y observacional 52

Temporal Merging of Decadal Predictions and Climate Projections for 25-Year Wind Forecasts 53

Nueva métrica para identificar entornos favorables para transiciones tropicales en el Atlántico Norte bajo el efecto del cambio climático 54

Future alpine precipitation extremes under high-impact atmospheric circulation patterns 55

Por qué las temperaturas en Europa están aumentando más de lo esperado: Contribuciones del forzamiento externo y la variabilidad interna 56

Cambios en la función de distribución de la temperatura media anual en España, 1979-2022 57

First Steps Toward Deep Learning Emulation of Convection Permitting Climate Models: An Application within the Impetus4Change (I4C) Project 58

Dust-Radiation Interactions: Does Size Matter? 59

Modelling seawater pCO 2 in the Canary Islands region based on satellite measurements and machine learning techniques 60

Estudio climatológico de ondas del este africanas con trayectorias anómalas 61

Análisis de sensibilidad de la convección y transición extratropical en la tormenta tropical Delta en un clima futuro más cálido 62

Ambientes climatológicos asociados a ondas africanas del este con trayectoria anómala 63

Near-surface wind projections over Europe and the impacts on energy generation 64

An overview of climate variability in Izaña Observatory: air temperature, precipitation, sunshine duration, relative humidity and pressure during the 1916-2025 period. 65

Deep Learning identification of SST teleconnections driving early-winter North Atlantic Climate 66

Role of the polar vortex on the predictability of surface extreme events in the Northern Hemisphere 67

High-resolution regionalized CMIP6 climate change scenarios in the Canary Islands. The SICMA-Canarias platform 68

Evaluación de la variabilidad de la temperatura en el Sistema Central de la Península Ibérica: un análisis multimodelo y multirresolución 69

Sensibilidad de la Amplificación Ártica a los cambios en la termodinámica e hidrología en el MPI-ESM 70

Statistical Analysis of Sea Breeze over Complex Terrain with the Meso-NH model and CERRA Reanalysis 71

Impacto de la minería en el retroceso glaciar en la Cordillera Blanca, Perú 72

Evento extremo frío-húmedo de diciembre de 1944 en el sureste de la península ibérica: caracterización y comparación con eventos análogos 73

Monitoring coastal ecosystems using Remote sensing data: Sentinel-1 and Sentinel-2 75

The DOWNBURST MXO: a real-time downburst monitoring service in eastern Spain 76

Concentración diaria de la precipitación en la provincia de Alicante (1981-2020): análisis espacial y dinámicas atmosféricas asociadas 78

RSOTC – Un servicio para monitorizar el estado del clima a nivel regional 79

Monitorización de la nubosidad en el Portal de Cambio Climático del Gobierno de Canarias con datos Sentinel-2 y técnicas de Inteligencia Artificial 80

Análisis de la variabilidad espacial de la precipitación en el Noreste Argentino a partir de redes de medición convencionales y no convencionales 81

Detección y corrección del efecto fin de semana en series diarias de precipitación 82

Saharan Dust Intrusions over the Subtropical North Atlantic: Climatology and Atmospheric Drivers 83

Evolución de los climas de Thorthwaite en España desde 1951 84

Clasificación climática de Thorthwaite actualizada para España (1991-2020) 85

Aportaciones y desaciertos en los estudios de las islas de calor urbanas en México: 1963-2025 86

Alargamiento del verano en España: cambios y tendencias temporales en su inicio, final y duración (1953-2022) 87

Efecto del cambio de precisión en los registros meteorológicos sobre el cálculo de percentiles elevados 88

Modelado y peso de variables en el modelado de temperaturas máximas y mínimas con métodos no-lineales para series anuales 89

Estimación del espesor de hielo del glaciar Shallap en la Cordillera Blanca mediante el Radar de Penetración Terrestre (GPR) 90

Análisis de la evolución de la anomalía de temperatura en Canarias entre 1970 y 2024 en el contexto mundial 91

23 Years of the Regional Brewer Calibration Center (RBCC-E) challenges of the ozone observation 92

Variabilidad ambiental y antropogénica durante los últimos 4200 años en el lago de Montmalús (Pirineo Central) 93

Sea Surface Temperature Variability During the Mid-Piacenzian Warm Period: Implications for Mediterranean Hydroclimate 94

Madera estructural histórica como archivo climático: precipitación y cambios de coherencia espacial en Iberia en el último milenio 95

Variabilidad hidrológica durante el MIS 5 registrada a partir de una estalagmita de la Cueva de Nerja (sur de la Península Ibérica) 96

Anomalía Climática Medieval: reconstrucción del clima del Marruecos medieval 97

Los sesgos en las bases de datos de paleoinundaciones y su influencia en la interpretación paleoclimática 98

EMOWA, una base de datos para estudiar el clima histórico del Sahel 99

Evaluating the applicability of GDGT for temperature reconstructions in a high mountain lake on the Iberian Peninsula 100

Interacciones Atlántico-Mediterráneo y dinámica atmosférica: un análisis comparativo mediante anillos de crecimiento en el Atlas marroquí y el sistema Ibérico 102

Evaluating lipid biomarkers and microbial DNA in modern tufa systems of the Canary Islands: Implications for paleoenvironmental variability and proxy calibration 103

Influence of North Atlantic atmospheric circulation on Holocene hydroclimate and catchment–lake interactions in Western Iberia 104

Seasonally shifting NAO–WeMO controls on rainfall isotopes in southeastern Iberia: insights from explainable machine-learning models 106

Siliceous traces of past climates in the Canary Islands: a modern analogue approach using phytoliths and microalgal remains 107

A 7,300-year record of climate variability in the southern Iberian Peninsula from the mineralogy and geochemistry of sediments from Laguna de Cerero playa-lake (Málaga Province) 108

Dinámica forestal y resiliencia de las coníferas y frondosas en el sur de Iberia: La Sierra de las Nieves como refugio nterglaciar durante el Holoceno 109

Primeras evidencias pedoantracológicas de *Betula* sp. y *Alnus* sp. por encima del límite arbóreo actual en Sierra Nevada (SE España) durante el Holoceno: implicaciones paleoambientales. 110

History of the contribution of the Antarctic Ice Sheet to sea- level rise: From the Last Glacial Cycle to future projections 111

Is the Late-Twentieth-Century NAO Unprecedented? Evidence from Two Millennia of Palaeoclimate Reconstructions 112

Doscientos años de variabilidad hidroclimática en el sector central del valle del Ebro: reconstrucción dendrocronológica con *Pinus halepensis* (s.XIX–2024) 113

Evaluado la relación polen-clima para reconstrucciones paleoclimáticas en islas oceánicas 114

Análisis de los cambios de temperatura, su amplitud y su cronología durante las transiciones climáticas rápidas de la última deglaciación en el Pirineo Central 115

Reconstructing past oceanic CO 2 : the case of the Southern Ocean 117

Variabilidad ambiental y antropogénica durante los últimos 4200 años en el lago de Montmalús (Pirineo Central) 118

Comprendiendo las dinámicas de los lagos alpinos del Pirineo. Monitorización del presente y modelización del futuro en un contexto de cambio global 119

El retroceso del permafrost: evolución en los últimos 2000 años a partir de simulaciones y reconstrucciones 120

Reconstructing 400 years of streamflow in the upper Llobregat basin (Catalonia, Spain) using stable isotopes in tree rings 121

Late Quaternary paleoclimatic changes on the Canary Islands (Northeast Atlantic) in a regional context: A Review 122

Weather and Sea conditions during the Battle of Santa Cruz de Tenerife (22–25 July 1797). A Reconstruction 123

Incorporación de la dimensión temporal al análisis del riesgo de inundaciones sobre el patrimonio cultural 124

Análisis de la predicción subestacional del episodio de precipitación extrema asociado a la DANA de Valencia del 29 de octubre de 2024 125

El papel de la WeMO en la investigación de la variabilidad climática del Mediterráneo Occidental 126

A Pilot Urban Heat Service for Climate Resilience: Co-Designing High-Resolution Heat Stress Solutions for European Cities 127

Del dato a la decisión: Impetus4Change y la co-producción de servicios climáticos para la adaptación urbana al calor 128

Areal IDF curves for the catastrophic 29 October 2024 rainfall vent in Turís (Spain) 129

Calor extremo en la ciudad: evaluación de zonas expuestas y vulnerables en Santiago, Chile 130

Un siglo de calentamiento y consolidación: evolución conjunta de la intensidad y la variabilidad de los extremos térmicos en España (1916–2024) 131

Curva de daño para los temporales marítimos de Cantabria 132

Understanding extreme precipitation at the regional scale to support flood risk studies in Mediterranean catchments 133

La excepcionalidad de los episodios de calor extremo de los veranos de 2022, 2023 y 2025 en Asturias 134

Storylines para el análisis del riesgo sistémico en destinos turísticos: la erupción volcánica de La Palma (2021) 135

South American moisture source origins: A Lagrangian-derived dataset across IPCC regions 136

Inundaciones asociadas a DANA en la Comunidad de Madrid: impacto y características sinópticas 137

Vulnerability Analysis of the Douro Estuary Sand Spit under Extreme Storm Scenarios 138

Evaluación de extremos térmicos en la Península Ibérica mediante el reanálisis CERRA de Copernicus 139

Robust Moisture Sources and Hydroclimatic Extremes in North- Eastern South America 140

Evolución del potencial de inundación compuesta en la costa Mediterránea española en el siglo XXI 141

El rol de las anomalías de fuentes de humedad y de temperatura en la sequía europea de 2022 142

Resiliencia de agricultores ribereños frente a eventos climáticos extremos en un área mediterránea: el caso del río Maule (Chile) 143

Verificación de la predicción estacional regionalizada de extremos meteorológicos en la península ibérica 144

Caracterización de las olas de calor y sus impactos en el sector agrícola de Canarias (2013-2022) 145

Impactos directos e indirectos de una pluma de humedad tropical en el episodio de precipitación extrema de Valencia en octubre de 2024 146

Characterization of Extreme Precipitation as a Basis for Flood Risk Management in Cabo Verde 147

Evolución reciente de los factores de erosión hídrica variables en la provincia de Almería 148

Propuestas para la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en la Universidad Veracruzana, México 149

Propagación de la sequía climática a la sequía en el agua subterránea en acuíferos naturales andaluces 150

La influencia del patrón escandinavo en los compound events secos–cálidos estivales en la España peninsular (1975–2020) 151

Meteo-Drones: una herramienta emergente para el avance de la observación y la predicción meteorológica 152

¿Cómo son los Entornos Convectivos Severos en España? ¿Puede ERA5 representarlos correctamente? 154

Assessing climate-driven water risks for peach orchards in the Segre Valley 155

Desplazamientos medioambientales: migración como técnica adaptativa a través de las reubicaciones planificadas 156

SISMERGE: Sistema integrado para la gestión colaborativa de emergencias climáticas en el marco CNE–CME de Costa Rica 157

Calor nocturno, ciudad y riesgo: diez años de noches tropicales y tórridas en un entorno urbano 158

Sesgos cognitivos y vulnerabilidad dinámica en la gobernanza de los riesgos climáticos complejos 159

Assessing present and future climate-related fire risk in Andalusia under climate change scenario 161

Integrating Multi-Source Climate Data and Predictive Models to Assess Bioclimatic Stress in Mediterranean Vineyards: An Integrated Multi-Source Study in Padul (Granada, Spain) 162

Escenarios pasados y futuros de la disponibilidad de frío y calor para los frutales y la ocurrencia de heladas en Aragón 164

Caracterización de las olas de calor en Chile de acuerdo al Excess Heat Factor (1979-2018) 165

Resilience of soil mycobiota in Spanish shrublands following fire-prevention interventions 166

Gobernanza de los Sistemas de Alerta Temprana en Risaralda, Colombia: brechas entre planificación, inversión y articulación institucional 167

Urban heat stress assessment at neighbourhood scale using artificial intelligence 168

Forest fires and climate change 169

Adaptaciones urbanas ante el exceso de calor. La disminución de la temperatura bajo un toldo piloto en Barcelona 170

El cambio climático en la ordenación territorial de canarias 171

The Standardized Wind Speed Index (SWSI) Monitor for Spain: A high-resolution operational tool based on AI-infilled gridded data. 172

Dimensiones físicas, socioeconómicas y psicosociales de la recuperación postdesastre por inundaciones fluviales en Chile 173

Emerging evidence of Greenland Ice Sheet melt influence on recent Euro-Mediterranean record-breaking heat and convective storms 174

Tipos y niveles de adaptación en la planificación climática a nivel municipal: estudio de caso en Chile 175

Seasonal forecasts of high-impact and extreme events in the Canary Islands 176

Persistencia de heladas mediante probabilidades condicionales al noreste de España 177

Patrones espaciales de los índices de extremos climáticos en Cataluña (1991-2020) 178

Meteorological Drivers of Extreme Wildfires in 2025 season 179

Piscinas y riesgo climático para las poblaciones: presión sobre los recursos hídricos y adaptación al calor en Andalucía 180

Acoplamiento de modelo atmosférico-hidrológico de alta resolución para simular eventos hidrometeorológicos extremos en los Pirineos 181

Procesos atmosféricos y fuentes de humedad en eventos extremos de precipitación en la cordillera Huaytapallana durante la temporada seca (2013–2024) 182

Los episodios de calor extremo en Asturias entre 2001 y 2025: configuraciones atmosféricas responsables 183

Evolving Vulnerability under Compound Hazards: Evidence from a Triplet of Consecutive Storms in the Canary Islands (February 2010) 184

Reconstrucción de la velocidad del viento en base a observaciones España y su influencia en los incendios forestales 186

The role of synoptic and mesoscale circulation in extreme daily rainfall values in the Balearic Islands 187

Ciclones subtropicales en el Atlántico: mejora de su detección mediante CPS y características tropicales 188

PLANCLIMAC2: Desarrollo y monitorización de actuaciones coordinadas en la región macaronésica en materia de riesgos y amenazas del cambio climático 189

Numerical Simulation of Atmosphere–Fire Interactions at High Resolution over the Iberian Peninsula with WRF-SFIRE 191

Monitorización de los impactos del cambio climático en España 192

Climatología y Calibración del Gálvez-Davison Index (GDI) para México 193

A Generative Diffusion Approach for Probabilistic Sub-Kilometer Downburst Nowcasting over the Valencian Community 195

Incendios forestales y vulnerabilidad socio-climática en Baja California, México: hacia estrategias de resiliencia comunitaria 197

Thermal growing season in central and northern Europe 198

Cambios en la idoneidad climática de la vegetación de humedales bajo escenarios climáticos futuros en sitios piloto europeos de restauración 199

Refugios y corredores ecológicos frente al cambio climático: una metodología integrada para la adaptación de la infraestructura verde en España 200

Integración de información climática y agroclimática para fortalecer la resiliencia agrícola y la conservación en el entorno del Mar Menor 201

Impacto del carbono negro en el albedo de la nieve del glaciar paccha en el periodo de 2024 - 2025 202

Influencia de las condiciones climatológicas en los grandes incendios forestales: análisis del incendio de Tenerife (2023) 203

Estudio de tendencias de precipitación en España desde 1950 204

Índice de Peligro de Incendios Forestales de Aemet 205

Señales de cambio en la precipitación y sus fuentes sobre los cultivos de secano de La Pampa, Argentina 206

Extreme Vapor Pressure Deficit values in Spain during 2011-2020 207

El papel del microbioma del suelo en la regeneración natural de Pinus pinea: implicaciones para la resiliencia de pinares mediterráneos 208

Integrando modelización climática y ecológica en la conservación de especies y hábitats prioritarios (D92/43/CEE) euro-mediterráneos: dos estudios de caso 210

Climate Change Impacts on the Ecological Status and Water Quality of the Ria de Aveiro 211

Restauración ecológica y captura de carbono: evaluando el potencial de la isla de Tenerife 212

Climatic drivers of litterfall and leaf decomposition of woody plants and their effect on the soil carbon pool. 213

From today's rarity to tomorrow's risk: conservation implications and climate projections for the Iberomacaronesian moss genus Tetrastichium (Mitt.) Cardot 214

BRYOCAN: a dataset on the insular biogeography of bryophytes in the Canaries 215

Heat-proof invaders: Phenotypic plasticity of two coral species with high invasive potential under Marine Heat Waves 216

Variability of Saharan dust composition and its mixing with industrial air pollution over the tropical North Atlantic 217

Estimating Seagrass Biomass from the Sky: UAV Applications in Estuaries 218

Effect of sea level rise on blue carbon ecosystems: a Portuguese case study 219

Transboundary air pollution, sea salt and desert Saharan dust dominates the composition of PM10 particles in Fuerteventura (Canary Islands) 220

Modelling the consequences of different climate change scenarios in the Macaronesian laurisilva forests of Anaga Biosphere Reserve (Tenerife) 221

Long-term trends in air temperature and precipitation in Doñana and their implications for sand-dune pond systems. 222

Calentamiento dependiente de la altitud en el Pirineo: datos, análisis y resultados 223

Fragmentación del paisaje y respuesta al cambio climático en los ecosistemas de Tenerife 224

Predicción de aportaciones a embalses en España a través de modelos climáticas de proyecciones de precipitación regionalizadas del CMIP6 225

ENSO as a major driver of interannual variability of sardinella population in the Canary Upwelling System 226

Patrimonio Natural y fenómenos climáticos: pérdida y valoración de peligro para Gran Canaria 227

Modelling the consequences of different climate change scenarios in the Macaronesian laurisilva forests of Anaga Biosphere Reserve (Tenerife) 228

Organic Carbon in coastal sediments and blue carbon estimation at two sites in the Canary Islands: A preliminary approach 229

Observaciones meteorológicas para la gestión del patrimonio natural geológico: formas periglaciares del Llano de Maja (Parque Nacional del Teide, Tenerife, Islas Canarias) 230

Declive de los “pinos padre” de Pinus Canariensis en la vertiente sur del Teide: 20 años de sequía e incendios analizados mediante lidar multitemporal 231

Modeling Post-Fire Soil Loss in Tenerife under Extreme Climatic Events 232

CIMAs: Una base integrada de datos climáticos de alta montaña en el Sistema Central de la Península Ibérica 233

Análisis de distribución espacio-temporal de contaminantes 235

A Data-driven Methodology for Urban-Rural Characterization using Heat Stress Indices 236

Methodology Proposal for the Evaluation of the LEZ Effect in Disadvantaged Peripheral Populations Health 237

Evaluación integrada del riesgo climático para la salud humana en Andorra mediante indicadores de peligro, exposición, vulnerabilidad e impacto 238

Evaluación del riesgo biometeorológico en España por situaciones de hipoxia e hiperoxia atmosférica 239

Emulación del efecto de Isla de Calor Urbano mediante Redes Neuronales 240

Vulnerabilidad y resiliencia al calor en ciudades del centro sur de Chile 241

Enhancing Urban Heat Early Warning Systems Through In Situ Observations. Case Study: Iași City, Romania 242

Plan de Adaptación al Cambio Climático de Santander: Un recurso para la reducción de las desigualdades urbanas 243

Relación entre ingresos hospitalarios y calidad del aire en Tenerife en el periodo 2010-2024 244

Enhancing the Effectiveness of Extreme Weather Alerts for Health Protection: A Structural Equation Modelling Approach 245

Neuroscience-Informed Design of Extreme Weather Alerts to Enhance Health-Protective Behaviours 246

Incendios forestales como factor de alteración de la calidad del aire en Madrid durante el verano de 2025 248

Saharan dust entering indoors prompts quick oxidative stress and inflammation of the respiratory airways 249

Population exposure to temperature extremes in Spain: A population-weighted framework for analysing spatial and social disparities 251

Cambio climático y elevación del nivel del mar impulsan la expansión de Aedes caspius en el litoral de Tenerife: un nuevo escenario detectado gracias a la ciencia ciudadana 252

Comparación de las olas de calor 2023-2024 mediante indicadores bioclimáticos en seis zonas climáticas locales de la ciudad de Xalapa (México) 254

Exposición al calor diurno y nocturno y mortalidad: un análisis multicéntrico utilizando datos de temperatura horaria 255

Future health and economic impacts of extreme heat on older adults: a subnational analysis for Europe 256

Patrones de precipitación y temperatura en Xalapa, Veracruz (México), ciudad con un crecimiento urbano acelerado 257

Eventos climáticos extremos y dinámicas de conflictividad social en la literatura científica contemporánea 258

Sistema de alerta temprana para enfermedades vectoriales transmitidas por flebotomos en la Península Ibérica 259

El cierre de centrales térmicas de carbón: impacto sobre la calidad del aire en la montaña cantábrica 261

Impacto del cambio climático en la salud y estructura social de San Cristóbal de La Laguna: Análisis de exposición y vulnerabilidad de grupos sensibles (2022-2090) 262

Clima urbano y contaminación atmosférica como sistema acoplado: explorando sus interacciones con WRF-Chem 263

Impacto de emisiones antropogénicas de alta resolución en la simulación de la calidad del aire en la Región de Murcia 264

Alertas meteorológicas en Canarias y percepción de la población: ¿llega el mensaje a quien tiene que llegar? 265

Revisión de la evidencia reciente sobre enfermedades asociadas a fenómenos meteorológicos adversos 266

Salud mental y clima: ¿en qué punto estamos? 267

Isla de Calor Urbana y exposición térmica durante la segunda ola de calor del verano de 2025 en un entorno urbano vulnerable 268

Spatial Patterns in the association between the prevalence of Asthma and Determinants of Health 269

Análisis de patrones atmosféricos relacionados con concentraciones elevadas de polen en la Comunidad de Madrid 270

Laboratorio de Calidad del Aire de Canarias: a scientific infrastructure linking to the atmosphere, public health, ecosystems and climate 271

Dinámica temporal de la contaminación en entornos urbanos insulares: el caso de Santa Cruz de Tenerife 272

Salud mental post-desastre y apoyo social comunitario: evidencias psicosociales en contextos socioambientales de Chile 273

Impacto de las emisiones industriales sobre la composición de los aerosoles atmosféricos en Mbour, Senegal 274

Uncovering shifts in thermal comfort across the Iberian Peninsula with high-resolution analysis 275

Vigilancia y prevención de los efectos en la salud por exceso de temperaturas en Canarias 276

Design Thinking–Driven Development and Validation of a Climate-Smart Outdoor Activity Recommendation App for Tourism 277

Principales líneas de acción climática en la planificación turística a escala local 279

La influencia de la meteorología en la movilidad ciclista urbana: implicaciones para la gestión adaptativa a partir del caso de Barcelona 280

Aproximaciones geográficas a un paisaje criosférico poco explorado: Primeros aportes al estudio del potencial turístico de los penitentes andinos 281

Sub-seasonal and seasonal climate predictions for a sporting goods retailer company: co-development of a climate service from scratch 282

Vulnerabilidad socioeconómica ante el cambio climático a nivel municipal: La necesidad de un cambio en los estilos de desarrollo. El caso de San Cristóbal de La Laguna. 283

Climate-Driven Risks in Isolated Power Systems: The Impact of Saharan Dust on Photovoltaic Generation 284

Fiscal Exposure to Natural Disasters: Methodological Approach to Budget Integration in Transition Economies 285

Factores sociodemográficos en la percepción y comprensión de los avisos meteorológicos y la activación de los planes de emergencia en las islas Canarias (España) 286

Involucrando comunidades técnicas y científicas en simulación climática y meteorológica mediante redes y colaboración 287

Construyendo puentes entre ciencia y sociedad en el contexto del cambio climático 288

Ratcheting up Paris 289

Integración de la comunicación científica en los productos atmosféricos de España: aportaciones de RESPIRE y CAMS-NCP 290

Estrategias participativas para una transición hacia una sociedad más sostenible y resiliente. Dibujando futuros comunes 292

Evaluando el éxito de la adaptación climática: tensiones y casos empíricos en urbes de Argentina, Chile y España 293

IDAFE: Innovación educativa y acción climática en el sistema educativo canario 294

Enseñar el cambio climático: percepciones y estrategias de los futuros docentes de educación primaria en Canarias 296

Patrones de comportamiento estatal en gobernanza climática internacional y su afectación a la biodiversidad: un acercamiento desde la comunicación política, la educación ambiental y la geopolítica 297

Governance Barriers to Climate Resilience in European Cities 298

Metodologías activas para la enseñanza de la sostenibilidad y el cambio climático en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria 299

Pioneering Spanish experience in climate shelters practice 300

Percepciones climáticas, bienestar psicológico y factores psicosociales asociados al deseo de tener hijos/as en jóvenes chilenos/as 302

SIMUL_EDUC: Innovación educativa mediante simulaciones interactivas para el aprendizaje de la Geografía Física y la sostenibilidad 303

Modelos de distribución de especies costeras en base a las tendencias de la temperatura del mar y olas de calor en Canarias 304

La importancia de la observación oceánica: Observatorios costeros en el norte de Portugal 305

Olas de calor marinas en el mar Mediterráneo desde la superficie hasta el fondo marino integrando modelos y observaciones 306

Incertidumbre en la respuesta del Atlántico Norte a la mitigación de aerosoles, ozono troposférico y sus precursores 307

Bacterias marinas emergentes y contaminación fecal en aguas recreativas de Tenerife: una aproximación One Health en un escenario de cambio climático. 308

Variabilidad del sistema Chorro Atlántico – Giro Occidental de Alborán 309

El sonido del cambio climático. Análisis preliminar de la variabilidad de la niebla costera en Vigo a partir de registros acústicos 310

Variabilidad termohalina de la Ría de Vigo (1987-2025): resultados del programa RADIALES 311

Tendencias e incertidumbres asociadas a la estimación del índice de afloramiento en el límite norte del sistema de afloramiento canario 312

Acceleration of OceanWarming and Diverging Productivity Trends in the Northeast Atlantic: A Satellite-Based Assessment 313

Influence of North African dust and industrial emissions on soluble trace elements in the North Atlantic marine atmosphere 314

Modelos de distribución del alga *Halimeda incrassata* en las Islas Canarias y Baleares 315

Projected evolution of sardine and sardinella population in the Canary Upwelling System over the 21 st century 316

Identificación de sectores socialmente vulnerables ante eventos de inundación a partir del análisis de la prensa local en Santa Cruz de Tenerife 317

A sociological analysis of coastal vulnerability in Portugal 318

Evaluation of Cloud Cover as a Bioclimatic Predictor of the Laurel Forest: Comparison of Maxent and Embarcadero (BART) Algorithms Under CMIP5 Scenarios Using the BICI-ULL Dataset 319

High-Resolution Climate Projections over the Macaronesia region. The FPS-I-Mac initiative 320

Uncovering cultures of resilience to inform future climate adaptation in the Macaronesia 322

Regionalización climática multivariante mediante modelos de difusión latente: aplicación en entornos insulares complejos 323

Drought Future Projections in the Macaronesian Archipelagos 324

High-resolution climate projections for the Macaronesian archipielagos using a WRF model and a pseudo-global warming approach 325

Vulnerability to climate change in the Canary Islands coastal area: a multidimensional analysis from governance perspective 326

Soluciones basadas en la Naturaleza para la mitigación de los efectos del cambio climático en la Macaronesia 328

Las piscinas oceánicas: Elementos de adaptación costera multifuncionales en un contexto de cambio climático 329

Análisis de la curva de producción del plátano en un contexto de cambio climático en Canarias 330

Estudio del estrés térmico laboral y pérdida de productividad en el sector primario en un contexto de cambio climático en Canarias 331

Caracterización de episodios de impacto costero en Canarias a partir de registros históricos y series oceanográficas 332

Avances en el estudio costero de las condiciones extremas meteo-oceánicas asociadas a ciclones tropicales 333

Agua subterránea, cambio climático y soluciones de ingeniería innovadoras en una isla volcánica: el caso de La Palma en los proyectos BIO-JUST y GENESIS 334

IMPLACOST: Resiliencia costera y herramientas operativas para afrontar los impactos del cambio climático en las costas de la región macaronésica 335

Social vulnerability to urban flooding in Santa Cruz de Tenerife: a multi-scale, multivariate approach 336

Projected changes in extreme precipitation over the Iberian Peninsula: insights from a pseudo-global warming framework driven by AIFS ensembles

Ignacio Prieto Rico, Antonio Fernández Andrade, Juan Carlos Sánchez Perrino and Esteban Rodriguez Guisado

AEMET

iprietor@aemet.es; afernadeza@aemet.es; jsanchezp@aemet.es; erodriguezg@aemet.es

Resumen: Heavy precipitation events are projected to intensify and become more frequent under global warming, constituting a major source of hydrometeorological risk. Accurate simulation of events that lead to extreme precipitation requires convection-permitting resolutions, which explicitly represent deep convection and associated mesoscale dynamics.

To project the response of specific events under future climate conditions, the Pseudo-Global Warming (PGW) approach has been widely used. This technique modifies the initial and boundary conditions of historical simulations by adding mean climate-change signals derived from global climate projections. Changes in storm tracks, event frequency and large-scale circulation may not be fully captured by this method because they remain constrained by historical weather patterns. Nevertheless, it is particularly suitable for the so-called storyline approach (Shepherd, 2016), in which specific extreme events are examined under different climate conditions.

In this study, we focus on the analysis of extreme precipitation event types over the Iberian Peninsula and their projected behaviour under different global warming levels using the PGW approach. Despite its widespread application, there is no universally defined setup for PGW simulations (Xue, 2023) therefore, sensitivity experiments are designed to ensure robustness and consistency of the results.

Furthermore, certain synoptic situations, such as cut-off lows, may not be optimally captured by a single climate model simulation. For this reason, an ensemble approach is adopted to characterize the range of plausible outcomes for similar meteorological conditions. Since generating large ensembles with a physical climate model requires substantial computational resources, alternative approaches based on emulators or artificial intelligence are explored. In this work, the Artificial Intelligence Forecasting System (AIFS) is employed to generate the ensembles. Representative members are then selected using clustering techniques and subsequently downscaled to kilometer-scale resolution using the regional climate model HCLIM.

This ensemble framework enables a probabilistic characterization of extreme rainfall for selected case studies. The results illustrate not only the projected outcomes under climate change signals but also methodological limitations and sources of uncertainty which should be carefully considered, especially in the context of establishing an operational attribution framework.

Keywords: pseudo-global warming, extreme precipitation, dynamical downscaling, AIFS

Understanding Summer Heat Extremes over Spain through Spatio-Temporal Quantile Regression for High Temperatures Using ERA5 Geopotentials

Juan Marcen-Gutierrez and Jorge Castillo-Mateo

Department of Statistical Methods and IUMA, University of Zaragoza, Spain.

jorgecm@unizar.es

Abstract: In recent decades, the intensification of high-temperature events has become one of the most evident manifestations of climate change, with profound impacts on human health, ecosystems, and socioeconomic systems. Understanding how extreme temperatures evolve in space and time is therefore essential for climate risk assessment and adaptation planning, but extreme values are not always linked to the bulk of the distribution. In this work, we analyze the spatio-temporal evolution of daily maximum temperature quantiles over peninsular Spain during the summer months (June–August) for the period 1960–2023.

The study focuses on the median (0.50) and upper (0.95) quantiles, allowing both typical and extreme thermal conditions to be characterized. Daily observations from 40 meteorological stations are combined with large-scale atmospheric information derived from ERA5 geopotential fields over the Iberian Peninsula. By explicitly incorporating atmospheric circulation variables as covariates, the proposed framework strengthens the physical interpretability of the models and improves their capacity to represent climate variability and extremes.

Two Bayesian spatio-temporal quantile regression models are developed, one for each quantile of interest, within a statistical downscaling framework. Quantile regression is implemented using the asymmetric Laplace distribution, which enables an efficient latent Gaussian representation for Bayesian inference. Spatial dependence is modeled through Gaussian processes with a flexible covariance structure that combines a stationary component based on inland distance and a non-stationary component designed to capture coastal influence, reflecting the distinct climatic behavior of coastal versus inland regions. Inference is performed via Markov chain Monte Carlo methods, allowing full uncertainty quantification and spatial interpolation through Bayesian kriging. Results reveal a substantial increase in both the median and upper quantiles of daily maximum temperatures across large areas of Spain, with pronounced spatial heterogeneity and marked differences between early and recent decades. The strongest increases are observed in the 0.95 quantile, highlighting an intensification of extreme heat events. Overall, this modeling framework provides a climate-oriented and physically informed tool for analyzing temperature extremes, contributing valuable insights for climate change impact studies and adaptation strategies.

Keywords: Climate change, Coastal influence, Reanalysis, Statistical modeling.

Cambios en frecuencia, intensidad y parámetros convectivos en los entornos favorables a downbursts en CMIP6

Carlos Calvo-Sancho[1]; Andrés Barrio-Martín[1]; Marcos Martínez-Roig[1]; Amar Halifa-Marín[2]; Nuria P. Plaza-Martin[1]; Francisco Granell-Haro[1]; Sergio Vicente-Serrano[2] y Cesar Azorin-Molina

[1] Centro de Investigaciones sobre Desertificación, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIDE, CSIC-UV-Generalitat Valenciana), Climate, Atmosphere and Ocean Laboratory (Climatoc-Lab), Moncada, Valencia, Spain
[2] Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IPE-CSIC), 50059 – Zaragoza, Spain

carlos.calvo@csic.es

Resumen: Los downbursts representan uno de los riesgos meteorológicos más severos debido a su capacidad para generar vientos destructivos en superficie, impactando en infraestructuras y seguridad pública. Dado que estos fenómenos de mesoescala no son resueltos explícitamente por los modelos globales, su análisis en el contexto del cambio climático requiere el estudio de los entornos convectivos que los originan. Este trabajo investiga la evolución futura de dichas condiciones propicias utilizando una selección de modelos climáticos de CMIP6 bajo diferentes escenarios de emisión.

La metodología se centra en una caracterización de los parámetros convectivos termodinámicos como la CAPE y la inhibición convectiva (CIN). Estos factores se combinan con la dinámica de la atmósfera, evaluando la cizalladura vertical del viento en diferentes niveles y la helicidad relativa a la tormenta para determinar el grado de organización de la convección. Asimismo, la investigación incorpora el uso de índices compuestos específicos, tales como el DEI y el SCP, que permiten diagnosticar con mayor precisión la capacidad de la atmósfera para generar corrientes descendentes intensas y la organización de los sistemas convectivos.

El estudio pretende identificar tendencias en la frecuencia y severidad de los entornos favorables a *downbursts*, evaluando si el calentamiento global induce una expansión geográfica de estas condiciones o una intensificación de los ambientes convectivos. Este trabajo aporta una visión diagnóstica sobre la convección severa en un clima más cálido, estableciendo las bases para futuras investigaciones de alta resolución y contribuyendo a una mejor comprensión de los riesgos asociados al viento extremo en las próximas décadas.

Palabras clave: Downburst, tiempo severo, CMIP6, convección.

Proyecciones de las anomalías de fuentes de humedad y temperatura asociado a períodos secos futuros en la región Península Ibérica-Mediterráneo Occidental

José Carlos Fernández-Alvarez[1, 2, 3], Raquel Nieto[2, 4, 5], Sergio M. Vicente-Serrano[6], David Carvalho[3] y Luis Gimeno[2, 4, 5]

[1]Galicia Supercomputing Center (CESGA), Climate System Research Unit, Santiago de Compostela, 15705, España
[2]Centro de Investigación Mariña, Universidade de Vigo, Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Campus As Lagoas s/n, Ourense, 32004, España;
[3]CESAM, Departamento de Física, Universidade de Aveiro, 3810-193, Aveiro, Portugal
[4]Climate System Research Unit, UVigo-CESGA, Ourense, 32004, España.
[5]Unidad Asociada CSIC-Universidad de Vigo: Grupo de Física de la Atmósfera y del Océano, Ourense, España.
[6]Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IPE-CSIC), Zaragoza, España.

jcfernandez@cesga.es; rnieto@uvigo.gal; l.gimeno@uvigo.gal; david.carvalho@ua.pt; svicen@ipe.csic.es.

Resumen: Este estudio analiza las anomalías de las fuentes de humedad y de la temperatura asociadas a futuros eventos secos de distinta severidad bajo condiciones climáticas presentes y futuras en la región Península Ibérica–Mediterráneo Occidental. Para ello, se emplean dos metodologías lagrangianas basadas en la reducción dinámica de escala mediante WRF y FLEXPART-WRF, utilizando como condiciones iniciales y frontera, las salidas del modelo climático CESM2. Los resultados muestran que las anomalías de las fuentes de humedad presentan un marcado contraste regional. En el clima actual, las fuentes mediterráneas exhiben anomalías positivas que se intensifican con la severidad del evento, mientras que el Atlántico Norte desempeña un papel secundario, con señales más débiles y variables. En el clima futuro, dichas anomalías se intensifican claramente desde el escenario de mitad de siglo hasta final de siglo, siendo este último el que muestra los mayores cambios, especialmente en eventos severos. Los eventos secos se asocian a anomalías positivas de temperatura en todas las regiones analizadas, con una intensificación progresiva en el futuro. La descomposición de la temperatura indica que el término adiabático domina el calentamiento tanto en el presente como en el futuro, lo que sugiere una intensificación de la subsidencia y de la estabilidad atmosférica. Los términos diabático y advectivo contribuyen de forma negativa, compensando parcialmente el calentamiento dinámico.

Palabras clave: modelación climática, eventos extremos climáticos, cambios futuros, períodos secos.

Análisis de la relación entre la precipitación y sus fuentes de humedad predominantes en el Atlántico Norte desde 1985 hasta 2100

Gleisis Alvarez-Socorro[1]; José Carlos Fernández-Alvarez[2, 1, 3], Luis Gimeno-Sotelo[4, 5], Raquel Nieto[1, 6] y Luis Gimeno[1, 6]

[1] Centro de Investigación Mariña, Universidade de Vigo, Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Campus As Lagoas s/n, Ourense, 32004, España;
[2] Galicia Supercomputing Center (CESGA), Climate System Research Unit, Santiago de Compostela, 15705, España
[3] CESAM, Departamento de Física, Universidade de Aveiro, 3810-193, Aveiro, Portugal.
[4] Departamento de Ciências Matemáticas, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal;
[5] CEAUL - Centro de Estatística e Aplicações, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
[6] Climate System Research Unit, UVigo-CESGA, Ourense, 32004, España.

gleisis.alvarez.socorro@uvigo.gal; rnieto@uvigo.gal; l.gimeno@uvigo.gal; jcfernandez@cesga.es; lgsotelo@ciencias.ulisboa.pt;

Resumen: La precipitación en la región del Atlántico Norte está muy influenciada por las fuentes de humedad que predominan en esta región, lo que determina los patrones de lluvia a lo largo de la cuenca. Comprender cómo estas relaciones podrían modificarse en un clima cambiante resulta esencial para anticipar impactos futuros. Este trabajo estudia los cambios previstos en la relación entre la precipitación y el aporte de humedad proveniente de tres fuentes principales: el Golfo de México–Mar Caribe, el Mar Mediterráneo y el Océano Atlántico Norte, utilizando diferentes modelos de regresión aplicados a simulaciones climáticas de alta resolución. Se analizaron series de acumulados mensuales de precipitación y contribución de cada fuente desde 1985 hasta 2100. Las simulaciones se realizaron con WRF-ARW y FLEXPART-WRF mediante un enfoque lagrangiano que sigue el recorrido de las partículas de humedad. Se utilizó el escenario de emisiones más pesimistas, SSP5-8.5. Para capturar la variabilidad estacional, se ajustaron modelos de regresión, tanto lineales como generalizados y con coeficientes dependientes del tiempo.

Los resultados evidencian un aumento de la influencia del Golfo de México y el Mar Caribe sobre la precipitación en Norteamérica durante otoño e invierno hacia finales desiglo, mientras que la misma relación tiende a disminuir en Centroamérica y el Caribe durante el verano. La contribución mediterránea disminuye en la cuenca norte en otoño, pero se intensifica en Europa central y oriental durante el invierno. Por su parte, la humedad del Atlántico Norte muestra una correlación menor con la precipitación en verano entre 20° y 40° N, pero más fuerte en latitudes altas durante el invierno. Este análisis proporciona una visión integral de cómo podrían evolucionar los aportes de humedad y los patrones de precipitación en el Atlántico Norte, ofreciendo información relevante para estudios de cambio climático y planificación regional.

Palabras clave: precipitación, transporte de humedad, modelización climática, métodos estadísticos.

Modelos LSTM híbridos para la mejora de las proyecciones de caudal en la península ibérica bajo escenarios de cambio climático

Nicolás Tacoronte[1], Matilde García-Valdecasas Ojeda[2], Yolanda Castro Díez[1,3], María Jesús Esteban Parra[1,3], Sonia Raquel Gámiz-Fortis[1,3]

[1] Departamento de Física Aplicada, Universidad de Granada, España
[2] Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Málaga, España.
[3] Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía (IISTA-CEAMA), Granada, España.

nicotacor@ugr.es, eumetnet_srnwpeps@aemet.es; ycastro@ugr.es; esteban@ugr.es; srgamiz@ugr.es

Resumen: Se evalúa el valor añadido de la modelización hidrológica híbrida combinando modelos físicamente basados (VIC, HBV, HyMod) con redes de memoria a largo y corto plazo (LSTM) en 189 cuencas de la Península Ibérica. Aunque las configuraciones LSTM regionales superan ampliamente a los modelos físicos, los modelos híbridos no muestran mejoras sistemáticas. Los análisis de redundancia condicional y destilación de conocimiento revelan que el LSTM emula eficazmente el comportamiento de los modelos físicos a partir de forzamientos meteorológicos. Las ganancias híbridas se concentran en cuencas intermitentes y tipo flash donde los modelos físicos aportan restricciones estructurales más precisas. Un experimento de clasificación demuestra que las cuencas beneficiadas son altamente predecibles solo cuando se incluyen diagnósticos derivados del modelo.

Palabras clave: LSTM, modelización híbrida, emulación de modelos, Península Ibérica.

Evaluación comparativa del downscaling estadístico basado en redes neuronales y el downscaling dinámico en predicciones climáticas decadales

Nicolas Tacoronte[1]; Matilde García-Valdecasas Ojeda[1,2], Yolanda Castro-Díez[1,2]; María Jesús Esteban-Parra[1,2]; Sonia Raquel Gámiz-Fortis[1,2]

[1] Departamento de Física Aplicada (Universidad de Granada)
[2] Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía (IISTA-CEAMA

nicotacor@ugr.es; mgvaldecasas@ugr.es; ycastro@ugr.es; esteban@ugr.es; srgamiz@ugr.es; mgvaldecasas@ugr.es; ycastro@ugr.es; esteban@ugr.es; srgamiz@ugr.es

Resumen: La predicción climática decenal constituye una herramienta fundamental para la evaluación de riesgos climáticos y la planificación de estrategias de adaptación a corto y medio plazo. Sin embargo, la resolución espacial de los modelos climáticos globales limita su aplicabilidad directa a escala regional. En este trabajo se presenta el desarrollo y la evaluación de una metodología de downscaling estadístico basada en redes neuronales aplicada a la predicción climática decenal, con el objetivo de mejorar la representación regional de variables climáticas relevantes.

El estudio utiliza simulaciones decenales inicializadas correspondientes al periodo 1970–1999 procedentes de los modelos de circulación general (GCMs) MIROC6, IPSL y CESM. A partir de modelos de redes neuronales capaces de aprender las relaciones no lineales entre la circulación a gran escala y las variables climáticas a escala regional, se calculan como variables primarias la temperatura máxima y mínima diaria, así como la precipitación.

Asimismo, se realiza una comparación directa entre el downscaling estadístico basado en redes neuronales y el downscaling dinámico llevado a cabo mediante el modelo climático regional Weather Research and Forecasting (WRF), aplicado a las mismas décadas de simulación del modelo CESM. Esta comparación permite analizar las diferencias entre los dos métodos de downscaling en términos de capacidad de reproducción espacial, consistencia temporal y coste computacional para la predicción decenal.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido llevada a cabo en el marco del proyecto PID2021-126401OB-I00, financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE

Palabras clave: downscaling estadístico, redes neuronales, predicción climática decenal, modelos climáticos globales, WRF.

Assesing future rainfall in southern iberian peninsula thorugh pseudo-climate simulations

Matilde García-Valdecasas Ojeda[1], Nicolás Tacoronte[2], Yolanda Castro-Díez[2,3], María Jesús Esteban-Parra[2,3], Sonia Raquel Gámiz-Fortis[2,3]

[1] Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Málaga, España.
[2] Departamento de Física Aplicada, Universidad de Granada, España,
[3] Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía (IISTA-CEAMA), Granada, España.

eumetnet_srnwpeps@aemet.es; nicotacor@ugr.es; ycastro@ugr.es; esteban@ugr.es; srgamiz@ugr.es

Abstract: The intensification of extreme precipitation events is one of the most evident manifestations of global warming. The Clausius–Clapeyron relationship establishes an increase rate of saturation vapor pressure with temperature of about 7% $°C^{-1}$, suggesting that extreme precipitation events could increase at this rate, or even at a higher rate at sub-daily scales. In this context, regional climate models capable of explicitly resolving convective processes (convection-permitting models, CPMs) become particularly important.

With the aim of assessing projected changes in the precipitation regime of southern Iberian Peninsula (IP), very high-resolution (1 km) climate change projections have been produced for the end of the century (2070–2099) under the SSP5-8.5 climate change scenario, using the Weather Research and Forecasting (WRF) model and the Pseudo-Global Warming (PGW) technique. The PGW approach combines ERA5 reanalysis data with the climate change signal projected for the end of the century under this emissions scenario, derived from the outputs of 24 general circulation models, resulting in the generation of pseudo-climate projections at a lower computational cost.

The results of this work indicate a consistent decrease in annual precipitation and in autumn seasonal precipitation across almost all southern IP by the end of the century, together with a clear and fairly widespread intensification of very extreme precipitation events associated with convective storms over large areas of central-southern and eastern Andalusia.

Key words: extreme precipitation events, southern Iberian Peninsula, convection-permitting model, pseudo-global warming, pseudo-climate projections.

Evaluación de las predicciones climáticas decenales de índices El Niño

Yenny Marcela Toro Ortiz[1], Nicolás Tacoronte[1], Matilde García-Valdecasas Ojeda[1,2], Yolanda Castro-Díez[1,2]; Sonia Gámiz-Fortis[1,2] y María Jesús Esteban-Parra[1,2]

[1] Departamento de Física Aplicada, Universidad de Granada.
[2] Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía (IISTA-CEAMA), Granada.

yenmartoro@correo.ugr.es; nicotacor@ugr.es; mgvaldecasas@ugr.es; ycastro@ugr.es; srgamiz@ugr.es; esteban@ugr.es

Resumen: La temperatura de la superficie del mar en la región del Pacífico tropical, y en particular, el patrón de variabilidad El Niño tiene un importante impacto en el clima de las regiones circundantes, habiéndose encontrado que índices que describen la variabilidad de este patrón pueden aportar predicciones fiables de la precipitación en algunas regiones de Sudamérica. En este contexto, este trabajo evalúa la capacidad predictiva de las salidas correspondientes a predicciones climáticas decenales de modelos del CMIP6 para reproducir diversos índices El Niño (Niño1.2, Niño3, Niño3.4, Niño4, Niño Modoki (EMI), ONI y TNI) comparándolos con los obtenidos con la base de datos observacional ERSSTv5. Para ello, se han calculado estos índices a partir de la SST obtenidas en las predicciones decenales de 12 modelos del CMIP6 y comparado con los observados en tres ventanas temporales (el primer año de predicción, los 4 primeros años y la década predicha entera) y dos estaciones (de diciembre a febrero, DJF y de junio a agosto, JJA) junto con el promedio anual. Todas las simulaciones se inicializaron en noviembre del inicio de la década y cubren el periodo 1961-2012 (52 décadas).

Los resultados muestran un comportamiento similar para todos los modelos. Las predicciones presentan una aceptable concordancia con los índices observados para la predicción a un año, debida sobre todo a las mejores predicciones para el invierno, es decir para el periodo de tiempo más cercano a la fecha de inicialización de las simulaciones. Para el resto de ventanas, las modelos no logran capturar adecuadamente la variabilidad de los datos observacionales, de tal forma que todos los modelos muestran tendencias más marcadas, subestimando de forma generalizada todos los índices entre finales de la década de los 80 hasta aproximadamente el año 2000, y con valores más altos a partir de este año.

Palabras clave: predicciones decenales, CMIP6, SST, El Niño.

Do significant temporal changes exist in past extreme precipitation across Europe? An analysis and comparison using three datasets

Dayan Renán Saynes-Puma, Carles Beneyto and Félix Francés

Universitat Politècnica de València, Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente, Camino de Vera s/n, Valencia E-46022, España.

dsaypum@upv.edu.es

Abstract: Identifying changes in precipitation extremes is crucial given their profound impacts on society and infrastructure. As part of a broader investigation to detect significant temporal changes in extreme precipitation in a global scale, this study analyzes past annual maximum daily precipitation (AMDP) to identify significant change points and trends across Europe over the period 1980–2019. AMDP was derived from three high-resolution gridded datasets: ERA5-Land, EM-Earth V1, and MSWEP V2.8, selected for their fine spatial resolution (0.1°) and long temporal coverage. It is worth noting that MSWEP incorporates daily gauge corrections, while the observation-based EM-Earth dataset has received little attention to date in studies of temporal changes of precipitation.

Abrupt changes were identified using the Pettitt test, and monotonic trends were assessed using the Mann–Kendall (MK) test. Following the local application of both tests, field significance was evaluated using the False Discovery Rate (FDR) approach. Particular attention was devoted to assessing the temporal and spatial assumptions underlying the applied statistical methods.

With respect to these assumptions, the temporal independence assumption was found to hold for AMDP series across Europe. In addition, spatial dependence was shown to be relatively weak in all three datasets, as indicated by very short e-folding decorrelation distances ($L<0.2\times103$ km).

Although the overall signal of past change is weak, several conclusions emerge from the results. Regions exhibiting increasing changes, both abrupt and monotonic, outnumber those showing decreases. Statistically significant increases are detected only in the EM-Earth dataset, forming a single significant cluster in southeastern Europe, primarily over Bulgaria and Romania. In contrast, statistically significant decreases are identified exclusively in MSWEP, with one significant cluster located in central Ukraine. ERA5-Land shows no statistically significant changes. While the proportion of grid points exhibiting significant increasing trends in MSWEP exceeds that of decreasing trends, the sizes (D) of the associated spatial clusters are too small to satisfy the adopted significance criterion $D\geq3L$.

Overall, these findings highlight a key result: although different datasets may agree on the presence of significant past changes in extreme precipitation, the locations and signs of these changes are not consistent across products.

Keywords: Extreme precipitation changes, trends, change points.

Evolución reciente de la temperatura y su dependencia altitudinal en Andorra

Anna Albalat[1], Laura Trapero[1] y Marc Lemus-Cánovas[2]

[1] Andorra Recerca + Innovació. Andorra.
[2] Earth Sciences Department, Barcelona Supercomputing Center (BSC), Barcelona, Spain

aalbalat@ari.ad

Resumen: Los últimos cuatro años (2022, 2023, 2024, 2025) han sido los más cálidos registrados en Andorra y en el conjunto del Pirineo desde 19950, siendo el verano el período que presenta un calentamiento más marcado, seguido de la primavera. Estos extremos se producen en un contexto de incremento acelerado de la temperatura en zonas de montaña a lo largo de las últimas décadas, incluso superior al observado a nivel global. Además, dicha tendencia, tiene un impacto directo en la duración y la extensión del manto nivoso, especialmente durante la primavera, lo que puede reforzar los procesos de calentamiento mediante mecanismos como el feedback nieve-albedo. Con estas evidencias, se plantea que estos patrones de calentamiento pueden tener una dependencia asociada a la altitud (EDW) y presentar una marcada variabilidad estacional, asociada a distintos factores como pueden ser la radiación, las inversiones térmicas o los cambios en la cobertura del manto nivoso, especialmente durante la primavera e inicio de verano, o incluso en invierno durante temporadas con un manto deficitario. Para analizar dicha dependencia, la metodología empleada se basa en un análisis climático de la cartografía espacial de la temperatura media mensual, generado a partir de los datos registrados por las estaciones meteorológicas en esta región de montaña. Por un lado, los mapas de valores normales promedios a largo plazo de la temperatura, disponible para el período 1981-2010 en el Atlas Climático de Andorra (ACDA), han permitido calcular y caracterizar las anomalías y tendencias recientes de la temperatura. Posteriormente, se han calculado los estadísticos mensuales y se ha analizado la relación entre las tendencias de temperatura y la altitud. Los resultados preliminares ponen de manifiesto la importancia de tener unos conjuntos de datos de calidad antes de evaluar la dependencia de la temperatura con la altitud. En segundo lugar, el análisis exploratorio permitirá definir los factores para la interpretación de patrones de calentamiento y evaluar el EDW en territorios con orografía compleja. Estos primeros resultados constituyen la base para un análisis más detallado de los patrones estacionales de calentamiento en Andorra y el conjunto de los Pirineos.

Palabras clave: Elevation-Dependent Warming, Pirineos, climatología de montaña, variabilidad estacional, cartografía climática.

Adaptaciones de la vegetación con raíces profundas a la sequía y su papel en la modulación de la evapotranspiración (ET) en África

Dana Romera Otero[1] *y Gonzalo Míguez Macho*[2]

[1] Universidad de Santiago de Compostela-CRETUS
[2] Universidad de Santiago de Compostela-CRETUS

dana.romera.otero@usc.es; gonzalo.miguez@usc.es

Resumen: La humedad del suelo ejerce una fuerte influencia en el equilibrio energético de la superficie, el desarrollo de la capa límite, la convección y las precipitaciones, especialmente en climas con sequías estacionales en los que la evapotranspiración está limitada por el agua. Al carecer de precipitaciones y fuentes de agua superficiales, la vegetación desarrolla raíces profundas para acceder a las reservas de humedad subterráneas procedentes de precipitaciones pasadas o aguas subterráneas, lo que conecta eficazmente la atmósfera con estos depósitos de agua que varían lentamente. Aquí nos centramos en África y nos preguntamos cómo los sistemas de raíces profundas de la vegetación en climas estacionalmente secos, como los de las sabanas, modulan los flujos de la superficie terrestre, especialmente durante la transición de la estación seca a la húmeda. Utilizamos el modelo Noah-MP con un esquema de raíces profundas recientemente implementado, acoplado al esquema de aguas subterráneas MMF, y realizamos simulaciones off-line sobre África con forzamiento atmosférico precedente de ERA5. Comparamos los resultados obtenidos con la versión predeterminada que usa columnas de suelo de dos metros y raíces fijas en función de la clase de vegetación, un enfoque que siguen utilizando la mayoría de los modelos de superficie terrestre. Nuestros resultados revelan que la vegetación tiene una mayor influencia en los flujos de ET en gran parte del continente africano de lo que suponen la mayoría de los modelos. Esto puede tener implicaciones para nuestra comprensión actual de la interacción entre la humedad del suelo y las precipitaciones en este punto de interés para el acoplamiento tierra-atmósfera.

Palabras clave: Evapotranspiración, raíces, noah-mp, África.

Variabilidad y tendencias de agua precipitable y temperatura en altura sobre la Península Ibérica a partir de radiosondeos IGRA (1973–2025)

María José Cordobilla Cascales[1] y Adalberto Tejeda Martínez[2]

[1]Universitat de Barcelona.
[2]Universidad Veracruzana;

mj.cordobilla@ub.edu; atejeda.martinez@gmail.com

Resumen: Este estudio analiza la variabilidad espacio temporal del vapor de agua en columna (agua precipitable, PW) y de la temperatura en altura (500 hPa) sobre la Península Ibérica, con el objetivo de describir sus patrones estacionales, gradientes espaciales y tendencias multidecadales. Planteamos tres hipótesis: (H1) PW y la temperatura a 500 hPa presentan tendencias positivas desde la década de 1970 en coherencia con el calentamiento regional; (H2) la distribución espacial de PW está modulada por la influencia marítima frente a la continentalidad y la altitud, con mayores valores en estaciones próximas al océano y menores en el interior y cotas elevadas; (H3) la combinación de PW y temperatura en altura ofrece un marco útil para interpretar condiciones de estabilidad y posibles implicaciones sobre convección y extremos. La metodología se basa en radiosondeos y metadatos de la Integrated Global Radiosonde Archive v2 (IGRA v2), una base global para análisis climáticos de la columna atmosférica. Seleccionando estaciones peninsulares con registros extensos y consistentes y fijando un periodo común de 1973–2025 para asegurar comparabilidad temporal. A partir de perfiles diarios en niveles de presión se derivó PW mediante integración vertical de la razón de mezcla y se extrajo la temperatura a 500 hPa. El preprocesado incluyó el control de calidad provisto por el repositorio y comprobaciones inter-estación para identificar rupturas. Se construyeron climatologías mensuales y estacionales con observaciones de 00/12 Z y, sobre series mensuales, se estimaron tendencias mediante la prueba de Mann Kendall y la pendiente de Sen (95 %). Los resultados muestran un ciclo anual marcado en ambas variables (máximos estivales, mínimos invernales), un patrón espacial acorde con las hipótesis (PW más alto en estaciones próximas al océano y más bajo en el interior/altitud) y un gradiente latitudinal de temperatura con valores más elevados hacia el sur peninsular. A escala 1973–2025, varias estaciones presentan tendencias positivas en PW y en temperatura a 500 hPa (magnitud y significancia dependientes del emplazamiento). El diagnóstico ofrece una base homogénea y reproducible para contrastar con reanálisis y teledetección, y para complementar evaluaciones sobre estabilidad, convección y riesgos climáticos en el ámbito peninsular.

Palabras clave: radiosondeos, IGRA v2, agua precipitable, temperatura a 500 hPa, Península Ibérica.

Portugal's future under water stress: a high-resolution CMIP6 assessment

Humberto Pereira[1], Ines Alvarez[2], David Carvalho[1], Ana Picado[1], Maria Nieves Lorenzo[2] and João Miguel Dias[1]

[1] CESAM − Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Departamento de Física, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal
[2] EPhysLab − Environmental Physics Laboratory, Centro de Investigación Mariña (CIM), Universidad de Vigo, Ourense, España

humberto.pereira@ua.pt; ialvarez@uvigo.gal; david.carvalho@ua.pt; ana.picado@ua.pt; nlorenzo@uvigo.gal; joao.dias@ua.pt.

Abstract: Drought, mostly triggered by precipitation deficits, leads to temporary reductions in water availability with significant ecological, social, and economic impacts. Its evolution is commonly tracked through indices such as the Standardized Precipitation Index (SPI) and the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), which describe drought frequency, duration, and intensity across multiple time scales. This study evaluates how drought conditions may evolve over mainland Portugal during the 21st century, using high-resolution (6 km) regional climate simulations produced with the WRF model and dynamically downscaled from the MPI-ESM1.2-HR global climate model for three CMIP6 scenarios (SSP2-4.5, SSP3-7.0, and SSP5-8.5). Drought conditions were characterized using 12-month indicators (SPI12 and SPEI12), which are suitable for detecting prolonged water deficits affecting reservoirs, aquifers, and river flows. The WRF simulations were validated against a WRF simulation forced by ERA5 for 1995–2014, showing good agreement in key atmospheric variables. Both SPI12 and SPEI12 showed strong spatial and temporal consistency, with SPEI12 systematically indicating more intense droughts due to its dependence on reference evapotranspiration. Mid-term projections (2046–2065) indicate more frequent but shorter drought episodes, particularly under the SSP5 scenario, accompanied by a decrease in mean intensity. For 2081−2100, projections under SSP5 indicate fewer but longer-lasting and more severe events. These results underscore the value of high-resolution regional modeling for capturing local drought features and highlight the increasing relevance of evapotranspiration-driven intensification, especially in southern Portugal. The findings offer essential guidance for adaptation strategies and water resource planning in a region highly exposed to climate change pressures.

Keywords: SPI12, SPEI12, WRF Model, MPI-ESM1.2-HR, Reference Evapotranspiration

Proyecciones de la cobertura nubosa total en Canarias durante el siglo XXI mediante regionalización dinámica y datos satelitales

Paula Sosa Guillén, Rubén Barragán Cuesta, Judit Carrillo Pérez, Juan Pedro Díaz González, Albano González Fernández, Juan Carlos Pérez Darias y Francisco Javier Expósito González

Grupo de Observación de la Tierra y de la Atmósfera (GOTA), Universidad de La Laguna, Av. Astrofísico Francisco Sánchez, s/n, La Laguna, 38200, S.C. de Tenerife, España.

paula.sosa.guillen.09@ull.edu.es

Resumen: La caracterización y proyección de la cobertura nubosa constituye un elemento clave para comprender la evolución futura del clima en entornos insulares, como es el caso de Canarias, donde las nubes desempeñan un papel fundamental en la regulación térmica, hídrica y ecológica. Sin embargo, su representación en los modelos climáticos sigue siendo una de las principales fuentes de incertidumbre en las proyecciones regionales. En este estudio se analizan proyecciones climáticas de cobertura nubosa total obtenidas mediante simulaciones regionales de alta resolución (3 km). Para ello, se empleó el modelo WRF (Weather Research and Forecasting) forzado por datos del CMIP6 bajo el método PGW (pseudo-global warming). Los cambios se evalúan para mediados de siglo (2030–2059) y finales de siglo (2070–2099) frente a un periodo base reciente (1982–2019), considerando escenarios de bajas (SSP1-2.6) y altas emisiones (SSP5-8.5). Para contrastar las proyecciones de nubosidad obtenidas mediante las simulaciones regionales, se utiliza como referencia los datos observacionales de cobertura nubosa obtenidos por la European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (COMET Ed.2 - EUMETSAT) a partir de los sensores MVIRI y SEVIRI. Este conjunto de datos, disponible para el período 1983–2020, ofrece estimaciones homogéneas de la fracción de nubes con una resolución espacial de 0.05°. Dado que los modelos climáticos presentan sesgos sistemáticos en la representación de nubes, se aplica un proceso de corrección de sesgo mediante el método scaled distribution mapping (SDM). Esta técnica ajusta la distribución estadística del modelo para hacerla más consistente con las observaciones. El análisis permite identificar cómo podría evolucionar la cobertura nubosa a lo largo del siglo XXI, evaluando los diferentes escenarios. Los resultados muestran una tendencia general hacia una disminución de la cobertura nubosa en las islas del archipiélago, especialmente acusada en los escenarios de altas emisiones de gases de efecto invernadero. Esta tendencia contrasta con los resultados encontrados en mar, donde la cobertura nubosa se espera que aumente. Esta información contribuirá a mejorar la comprensión del papel de la nubosidad en un contexto de calentamiento global en el archipiélago Canario.

Palabras clave: Cobertura Nubosa Total, Regionalización Dinámica, WRF, Proyecciones SDM, EUMETSAT

Downscaling estadístico desde geopotenciales 500 y 700 hPa para la proyección de eventos diarios de temperatura extrema en la Península Ibérica

Elsa Barrio[1], Zeus Gracia-Tabuenca[1], Swen Brands[2], Jesús Asín[1] y Ana C. Cebrián[1]

[1] Dpto. Métodos Estadísticos (Universidad de Zaragoza)
[2] Instituto de Física de Cantabria (CSIC-U. Cantabria)

e.barrio@unizar.es; swen.brands@gmail.com

Resumen: El calentamiento global ha intensificado los eventos extremos (*XE*) de temperatura máxima diaria T_x en la Península Ibérica. Este fenómeno no corresponde exactamente ni en magnitud ni en velocidad de cambio con la evolución de la temperatura media, lo que implica la necesidad de metodologías específicas para representar el cambio en *XE* y proyectar el riesgo futuro asociado a los extremos de calor en un contexto de cambio climático.
Se propone un método estadístico para la obtención de proyecciones de la ocurrencia de *XE* a escala local y diaria, definidos como días en que T_x supera un umbral predefinido. La metodología se basa en un modelo geoestadístico para la ocurrencia de *XE* en cada localización que usa covariables atmosféricas en distintos niveles geopotenciales y sobre el área de estudio. Las proyecciones se basan en un subconjunto de trayectorias de modelos climáticos globales CMIP-AR6, que verifican criterios estrictos de reproducción bajo clima presente de (i) la frecuencia diaria y la persistencia de los tipos de tiempo en la región y (ii) las distribuciones empíricas de las variables atmosféricas diarias de ERA5. Las proyecciones de dichas covariables son usadas en el modelo estadístico para estimar las características futuras de los *XE* a escalas local y regional.

La calibración del modelo se realiza a partir de datos diarios de T_x de 36 estaciones españolas, en 1960-2024 y considerando los meses Junio a Agosto. Los sucesos extremos se definen con el umbral dado por el percentil 95 de Tx calculado sobre el periodo de referencia 1991-2020. Las covariables atmosféricas se obtienen de ERA5, a las 12:00 UTC en los niveles de presión de 500 y 700 hPa, sobre una malla de 1º x 1º en el dominio 45º-35º N y 10ºW-5º. El modelo estadístico alcanza AUC superior a 0.8 en la validación para la mayoría de las estaciones. La proyección se basa en 6 trayectorias (de 36 analizadas) que cumplen los criterios de selección. A partir de ellas se generan proyecciones para el periodo 2031-2060 sobre la Península Ibérica bajo distintos escenarios climáticos. Por ejemplo, se observa que la mediana de las probabilidades de que se supere el umbral es 2.13 veces mayor en agosto, 1.55 veces mayor en julio y 1.30 veces mayor en junio durante la década 2041-2050 en comparación con 2011-2020.

Palabras clave: Downscaling estadístico, extremos de calor, selección de modelo.

Stochastic Generator of Daily and Subdaily Precipitation through Nested Stochastic Models and Reanalysis Data

Juan Marcen-Gutierrez[1], Jesús Asín[1], Ignacio Ojer García[2], Sergio Martínez-Aranda[2], Jorge Castillo-Mateo[1] and Ana C. Cebrián[1]

[1] Department of Statistical Methods and IUMA, University of Zaragoza, Spain.
[2] Computational Hydraulics and Hemodynamics Group and I3A, University of Zaragoza, Spain

jmarcen@unizar.es

Abstract: This study presents a stochastic generator for simulating synthetic subdaily precipitation series at specific locations within a region. The generator is designed to reproduce observed precipitation dynamics while accounting for current atmospheric conditions. It is based on a hierarchical modeling framework that combines daily and subdaily precipitation components, both incorporating seasonality and temporal dependence.

A nested structure connects daily precipitation with subdaily precipitation, enabling consistent generation across temporal scales. Daily precipitation is modeled conditional on large-scale atmospheric variables derived from reanalysis data at different geopotential levels, strengthening the model's physical interpretability between precipitation processes and atmospheric circulation. The statistical model for subdaily rainfall includes elements to capture persistence and seasonal behavior, both in occurrence and quantity submodels. Precipitation occurrence is modeled using binary response generalized linear models (GLMs), while precipitation quantity is modeled using Gamma GLMs, where both the mean and shape parameter are allowed to depend on covariates.

Model selection is conducted through a combination of information criteria (AIC), discrimination metrics (AUC), and a criterion focused on the accurate reproduction of high precipitation quantiles, both at daily and subdaily scales. Common covariates with significant effects across all selected stations are prioritized to enhance regional coherence and consistency. The methodology is applied to the Jalón basin, in the Ebro basin (Spain), using 2010–2024 subdaily observational data from 28 stations of the SAIH-EBRO network and atmospheric data from the ERA5 reanalysis. Performance of the generator is evaluated through simulations for 2014–2015. Results show good agreement between observed and simulated precipitation, as confirmed by Chi-square tests for the relative frequency of subdaily precipitation and Kolmogorov–Smirnov tests comparing simulated and observed quantiles. Occurrence models achieve robust AUC values at both daily and subdaily scales, while the quantity models show satisfactory reproduction of precipitation distributions, particularly for higher quantiles.

Overall, the proposed generator successfully captures the temporal structure and intensity of subdaily precipitation conditioned on the current atmospheric situation. This makes it a valuable tool for climate impact studies, particularly for assessing precipitation variability and extreme events under current and future climate conditions.

Keywords: Atmospheric covariates, Ebro basin, rainfall statistical model, subdaily precipitation simulation.

Added Value of Regional Climate Change Projections

Sixto Herrera[1,5], Fernando G. Taboada[2,5], Ricardo Anadón Álvarez[3], Miguel Ángel Álvarez García[4,5], Arturo Colina Vuelta[4], Juan Carlos Fernández Iglesias[4] y Carlos Guardado Fernández[3,5]

[1] Dept. Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación, Universidad de Cantabria
[2] Centro Oceanográfico de Gijón, IEO-CSIC;
[3] Dept. Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo
[4] Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio-INDUROT, Universidad de Oviedo
[5] Cátedra de Cambio Climático (CuCC), Universidad de Oviedo

sixto.herrera@unican.es; fernando.taboada@ieo.csic.es

Abstract: The National Plan of Climate Change periodically develops climate change projections at the national scale with a resolution of ~5-10 km. However, most regional applications require further refinement to meet the spatial resolution targeted by impact communities. The aim is to develop regional, high-resolution products that, on the one hand, properly capture the local variability of the typical climatic variables (mainly precipitation and temperatures) and, on the other hand, allows calibration of climate change projections given by other national and/or international initiatives to their own regional characteristics.

In this work, we consider both the calibrated scenarios developed at national scale in the framework of the National Plan of Climate Change and the corresponding projections calibrated at regional scale considering a high-resolution (1 km) dataset built for Asturias in the framework of the activities of the University of Oviedo Chair on Climate Change (CuCC) in order to compare and obtain the added value, if exists, given by the regional initiatives. Moreover, we introduce some possible approaches to coordinate both national and regional initiatives to ensure the coherence between both levels, exploit synergies, and maintain the added value given by the higher resolution regional datasets.

Keywords: Climate change projections, regional variability, high-resolution, impact studies, added value.

Sesgos en la estructura tridimensional del calentamiento y su impacto en la atribución de precipitaciones extremas: las inundaciones de Valencia de octubre de 2024

Damián Insua-Costa[1], Marc Lemus-Cánovas[2], Martín Senande-Rivera[3], Victoria M. H. Deman[1], João L. Geirinhas[1] y Diego G. Miralles[1]

[1] Hydro-Climate Extremes Lab, Universidad de Gante, Gante, Bélgica
[2] Center for Climate Change and Transformation, Eurac Research, Bolzano/Bozen, Italia
[3] Mitiga Solutions, Barcelona, España

damian.insuacosta@ugent.be; marc.lemusicanovas@eurac.edu; martinsenande@gmail.com

Resumen: La atribución de eventos extremos está evolucionando hacia un componente operativo de los servicios de cambio climático. Sin embargo, aunque la mayoría de los métodos de atribución se basan en modelos numéricos, el grado en que la fidelidad de los modelos en la representación del calentamiento antropogénico condiciona los resultados de atribución sigue estando poco explorado. En este estudio diagnosticamos discrepancias en la estructura tridimensional del calentamiento comparando un conjunto representativo de seis modelos climáticos ampliamente utilizados del proyecto CMIP6 con las tendencias de calentamiento del reanálisis ERA5 durante el período 1940–2024. Encontramos que los modelos presentan sesgos sistemáticos del calentamiento, tanto en su estructura vertical como horizontal, típicamente sobreamplificando el calentamiento en la troposfera media y alta, y atenuando la respuesta cerca de la superficie, especialmente en las latitudes medias del hemisferio norte. Los sesgos identificados se trasladan a los experimentos de atribución al modificar las respuestas del gradiente térmico vertical (lapse rate) y la magnitud del aumento de la humedad en niveles bajos, lo que pone en duda cuán realistas son las perturbaciones termodinámicas empleadas en la construcción de contrafactuales de precipitaciones de alto impacto. Utilizando un conjunto de 81 simulaciones de alta resolución realizadas con el modelo MPAS dentro de un marco de atribución basado en storylines, analizamos la tormenta que dio lugar a las inundaciones de Valencia en octubre de 2024. La señal antropogénica de precipitación diagnosticada resulta altamente sensible a la estructura tridimensional del calentamiento impuesto: los experimentos contrafactuales basados en CMIP6 muestran reducciones modestas de la precipitación (~10 %), mientras que los perfiles de calentamiento restringidos por observaciones producen una contribución antropogénica más intensa y estadísticamente significativa (~30 %). En conjunto, los resultados confirman que la estructura tridimensional del calentamiento constituye un control de primer orden en la atribución de este tipo de eventos, y que los errores estructurales persistentes de los modelos pueden conducir a una subestimación sistemática en episodios de precipitación de alto impacto en latitudes medias.

Palabras clave: lluvias extremas, atribución al cambio climático, modelos climáticos, calentamiento global

Super-emulador climático regional CORDEX con ajuste fino a alta resolución

Enrique Pravia-Sarabia y Juan Pedro Montávez

[1] Grupo de Modelización Atmosférica Regional, Universidad de Murcia

enrique.pravia@um.es; montavez@um.es

Resumen: Los emuladores de modelos climáticos regionales (RCM) basados en aprendizaje profundo se están consolidando como una alternativa eficiente al downscaling dinámico, aunque con frecuencia mantienen limitaciones típicas del downscaling estadístico: sensibilidad al "domain shift" (cambio de dominio espacial y/o temporal) y dependencia de una malla fija que obliga a interpolaciones que potencialmente suavizan los campos de entrada. En este trabajo proponemos un marco de emulación para temperatura basado en modelos neuronales con capacidad de inferencia en mallas flexibles (ConvCNP), de manera que el modelo pueda ingerir predictores en distintas mallas y resoluciones y generar salidas en la malla objetivo sin requerir que coincida con la de entrenamiento.

La metodología se articula en dos etapas. Primero, realizamos un preentrenamiento "climáticamente robusto" utilizando un conjunto de simulaciones CORDEX sobre Europa occidental, exponiendo al modelo a una amplia diversidad de situaciones atmosféricas y patrones espaciales. El objetivo de esta fase es consolidar la reproducción consistente de climatologías y estructuras de gran escala asociadas a la circulación y a la señal regional. En una segunda etapa, aplicamos un ajuste fino ("fine-tuning") con datos de alta resolución (reanálisis y simulaciones regionales de mayor resolución) para reforzar la capacidad del emulador de representar rasgos de pequeña escala sin degradar la coherencia de la información de gran escala aprendida durante el preentrenamiento.

Como resultados preliminares, observamos que el enfoque ConvCNP permite entrenar e inferir de forma consistente en mallas y resoluciones diferentes, reduciendo la dependencia de una malla fija. Asimismo, el ajuste fino mejora la estructura espacial local (p. ej., gradientes asociados a orografía y zonas costeras) manteniendo la coherencia de patrones de gran escala aprendidos en la fase CORDEX, lo que refleja un compromiso razonable entre detalle fino y consistencia climatológica. Finalmente, los experimentos de transferencia temporal indican que este compromiso se mantiene al evaluar en condiciones futuras con alto forzamiento, apoyando el potencial del enfoque para aplicaciones bajo cambio climático.

Palabras clave: downscaling climático, convCNP, fine-tuning, domain shift, EURO-CORDEX.

Modelado de Alta resolución para Resolver los Sistemas de Afloramientos costeros: pasado, presente y futuro (ARSA)

Rubén Vázquez[1], Teresa Latas[1], Claudia Gutiérrez[1], Alfredo Izquierdo[2], Marisela Des[3], Moncho Gómez-Gesteira[3], José Carlos Nieto-Borge[1] y William Cabos[1]

[1] Departamento de Física y Matemáticas,
Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, Spain
[2] Departamento de Física Aplicada, INMAR, Universidad de Cádiz, Spain
[3] Centro de Investigación Marina, EphysLab, Universidade de Vigo, Spain

ruben.vazquezm@uah.es; t.latas@ucm.es; william.cabos@uah.es;
josecarlos.nieto@uah.es; claudia.gutierreze@uah.es;
alfredo.izquierdo@uca.es; mdes@uvigo.gal; mggesteira@uvigo.es

Resumen: Los afloramientos costeros de límites orientales oceánicos (EBUS) son ecosistemas marinos altamente productivos que sostienen más del 20% de la pesca global, a pesar de ocupar solo el 2% del océano. Estos sistemas dependen de la dinámica de Ekman, que transporta aguas superficiales mar adentro y favorece la afloración de aguas profundas ricas en nutrientes. Sin embargo, su respuesta al cambio climático sigue siendo incierta debido a la interacción entre el calentamiento global, la intensificación de vientos y el aumento de la estratificación oceánica. Estudios previos han propuesto diferentes hipótesis sobre el futuro de los EBUS, pero la baja resolución de los modelos globales y las limitaciones de los modelos regionales dificultan una evaluación precisa de su evolución. Para abordar esta incertidumbre, el presente proyecto propone utilizar un modelo global de alta resolución que permita analizar los cuatro principales EBUS (Canarias, Benguela, Humboldt y California) bajo un mismo forzamiento climático, integrando procesos de mesoescala, regionales y de gran escala. Los objetivos principales del proyecto incluyen: 1) Evaluar el estado actual de los EBUS y la capacidad del modelo para reproducir su variabilidad. 2) Cuantificar la influencia del cambio climático en los vientos costeros, la estratificación oceánica y la circulación a gran escala. 3) Analizar las diferencias latitudinales y estacionales en la respuesta de los EBUS al cambio climático. 4) Comparar los resultados con modelos de menor resolución para evaluar ventajas y limitaciones de cada enfoque. Este estudio contribuirá a reducir la incertidumbre sobre el futuro de los EBUS, proporcionando información clave para la gestión de estos ecosistemas y su papel en la sostenibilidad de la pesca y los recursos marinos en un contexto de cambio climático.

Palabras clave: Afloramiento costero, cambio climático, estratificación oceánica, intensificación/debilitamiento de vientos

Tendencias pasadas, presentes y futuras de la radiación solar en Europa: evaluación del papel de las nubes y los aerosoles

Leandro Cristian Segado Moreno[1], José Antonio Ruiz Arias[2], Juan Pedro Montávez Gómez[1] y Juraj Betak[3]

[1] Departamento de Física, Grupo Regional de Modelización Atmosférica, Campus Regional de Excelencia Internacional (CEIR) "Campus Mare Nostrum", Universidad de Murcia, Murcia, España
[2] Departamento de Física Aplicada I, Universidad de Málaga, Málaga, España
[3] Solargis s.r.o., Bratislava, Eslovaquia

leandrocristian.segadom@um.es; jararias@uma.es; juraj.vanko@solargis.com

Resumen: El incremento de la radiación solar en superficie (SSR, por sus siglas en inglés) observado durante las últimas décadas en Europa ha suscitado una creciente preocupación por sus implicaciones para el sistema climático. En este estudio se evalúan las tendencias pasadas y proyectadas de la SSR en Europa para el periodo 1994–2054, a partir de un conjunto exhaustivo de observaciones en estaciones de superficie, cinco conjuntos de datos históricos y un notable conjunto de 30 modelos climáticos CMIP6 con proyecciones bajo cuatro escenarios de forzamiento distintos. En conjunto, estos datos proporcionan una caracterización continua y sin precedentes de la evolución temporal y espacial de la SSR en Europa.

La tendencia regional observada de la SSR durante el periodo 1994–2023 es de 3.1 W/m2 por década. Todos los conjuntos de datos en rejilla, con la excepción del reanálisis ERA5, difieren de este valor en ±0.3 W/m2 por década o menos. Bajo la hipótesis de que las nubes y los aerosoles son los únicos factores responsables del incremento de la SSR, se estima que aproximadamente un 20% de la tendencia observada puede atribuirse al efecto directo de los aerosoles (ADE). Asimismo, se demuestra que el primer efecto indirecto de los aerosoles (AIE) por sí solo no es capaz de explicar la tendencia de la SSR asociada a los cambios en las nubes, lo que pone de manifiesto el papel relevante de las variaciones en la cobertura nubosa. En conjunto, se estima que la tendencia total de la SSR se explica aproximadamente en una quinta parte por el ADE, dos quintas partes por el AIE y las dos quintas partes restantes por cambios en la cobertura nubosa. No obstante, estas fracciones podrían estar afectadas por sesgos en la profundidad óptica de los aerosoles.

Los resultados indican que el ensamble CMIP6 sobrestima (subestima) la tendencia de la SSR en condiciones de cielo despejado (nublado) durante el periodo 1994–2014. Además, la tendencia mediana de la SSR proyectada por los modelos CMIP6 es, en promedio, aproximadamente un 85% menor que la tendencia observada en 1994–2023, con diferencias reducidas entre los distintos escenarios de forzamiento.

Palabras clave: Radiación solar, Observaciones en superficie, Proyecciones climáticas, Aerosoles, Modelos climáticos.

Precipitating moisture sources for North Atlantic tropical easterly waves: Climatology and future projections

Albenis Pérez-Alarcón[1], Orlando L. Córdova-García[1,2], Ricardo M. Trigo[3,4], Raquel Nieto[1,5], Luis Gimeno[1,5], Rogert Sorí[1], Milica Stojanovic[1]

[1] Centro de Investigación Mariña, Universidade de Vigo, Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Campus As Lagoas s/n, 32004 Ourense, Spain
[2] Centro Meteorológico Provincial, Instituto de Meteorología, Ciego de Ávila, Cuba
[3] Instituto Dom Luiz (IDL), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal
[4] Departamento de Meteorologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 21941-919, Brazil.
[5] Climate System Research Unit, UVigo-CESGA, Santiago de Compostela, Spain

albenis.perez.alarcon@uvigo.es

Abstract: Tropical easterly waves (TEWs) are fundamental phenomena in the tropical North Atlantic that influence precipitation and serve as precursors to tropical cyclones. This research performs a comprehensive analysis of the moisture sources that fuel their precipitation in the current and future climate. Our methodology integrates a curvature vorticity tracking algorithm with Lagrangian moisture source diagnostics, applied to a dynamically downscaled ERA5 dataset for the historical analysis (1985–2023) and a bias-corrected CMIP6 dataset for future projections. The resulting climatology identifies a yearly average of 41 ± 5 TEWs, which travel westward at approximately 8 m/s with activity concentrated in the July–September period. We found that the origin of moisture for these systems evolves as they cross the basin: initial precipitation is fed by sources over Africa and the adjacent ocean, while waves in the western Atlantic increasingly rely on moisture transported over long distances by the easterly winds. Notably, our historical analysis did not detect any statistically significant long-term increase in their 6-hourly area average moisture uptake or precipitation. However, despite a stable TEW frequency, future projections signal a significant intensification of wet TEWs. Wet TEWs are projected to become considerably wetter, particularly in the western tropical North Atlantic. By the end of the century (2071-2100) under the SSP5-8.5 scenario, this intensification reaches scaling rates of approximately 8.5%/°C for moisture uptake and 4.0%/ °C for precipitation. Overall, this work provides new quantitative evidence that while the number of TEWs may not change, their capacity to produce extreme rainfall events is likely to increase in a warming world.

Keywords: tropical easterly waves, tropical meteorology, precipitation, moisture sources.

Proyecciones de clima de oleaje de alta resolución a lo largo de la costa atlántica europea basadas en forzamiento de viento CMIP6 reducido de escala

Xurxo Costoya[1], Beatriz Arguilé-Pérez[1], Américo Ribeiro[2], Maite de Castro[1], Pablo Carracedo[3] y Moncho Gómez-Gesteira[1]

[1] Centro de Investigación Mariña, Universidade de Vigo, Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Campus da Auga, 32004, Ourense, Spain.
[2] CESAM, Physics Department, University of Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal.
[3] Consellería de Medio Ambiente e Cambio Climático, Edificio Administrativo San Lázaro, s/n 15781, Santiago de Compostela, Spain.

xurxocostoya@uvigo.es

Resumen: Las proyecciones fiables del clima de oleaje futuro son importantes para la adaptación costera, la planificación de infraestructuras y el desarrollo de energías marinas renovables. En este trabajo se presenta un conjunto de datos de oleaje de alta resolución para la costa atlántica europea, generado mediante la regionalización de proyecciones climáticas basadas en CMIP6. El conjunto de datos se obtuvo utilizando el modelo atmosférico WRF junto con dos modelos de propagación de oleaje, WAVEWATCH III (WW3) y SWAN, con el fin de producir dos bases de datos. Por un lado, espectros direccionales de oleaje cada tres horas en 1.031 puntos distribuidos cada 10 km a lo largo de la costa atlántica europea y localizados aproximadamente a 50 km de la línea de costa. Por otro lado, se generó una base de datos que cubre todo el Atlántico Norte europeo con una resolución espacial de 0.125º que incluye los parámetros típicos de oleaje (Hs, Tp, Dir…)

Las simulaciones abarcan tres periodos de 30 años: un periodo histórico de referencia (1985–2014) y dos horizontes futuros (2030–2059) bajo los escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5. Se proporcionan dos tipos de productos: densidades espectrales de energía y parámetros integrados de oleaje, ambos validados y almacenados en archivos NetCDF-4 compatibles con el estándar CF-1.8.

El conjunto espectral permite inicializar nuevas simulaciones con SWAN, facilitando una modelización eficiente del oleaje a escala local, mientras que los parámetros integrados son adecuados para estudios regionales sobre los impactos del cambio climático en las condiciones de oleaje. Los datos están disponibles públicamente a través del repositorio del Centre for Environmental Data Analysis (CEDA) y constituyen un recurso de gran utilidad para la investigación, la ingeniería y la toma de decisiones en entornos costeros y marinos.

Palabras clave: Oleaje, CMIP6, Costa Atlántica Europea, SWAN.

High-Resolution Regional Climate Projections and Tourism Impacts in the Macaronesian Archipelagos*

Jordi Rodríguez-Rull[1], Francisco J. Expósito[1], Juan P. Díaz[1], Judit Carrillo[1], Juan C. Pérez[1] and Diamantino Henriques[2]

* Rodríguez-Rull, J., Expósito, F.J., Díaz, J.P. et al. High-resolution regional climate projections and tourism impacts in the Macaronesian archipelagos. Sci Rep 16, 8696 (2026). https://doi.org/10.1038/s41598-026-43092-9

[1] Grupo de Observación de la Tierra y la Atmósfera, Universidad de La Laguna, Canary Islands, Spain.
[2] Departamento de Meteorologia e Geofísica, Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Azores, Portugal.

alu0101616742@ull.edu.es

Abstract: Understanding the impacts of climate change in the North Atlantic Macaronesian archipelagos of the Azores, Madeira, the Canary Islands, and Cabo Verde is critical due to their economic reliance on tourism. In this study, a high-resolution Regional Climate Model (RCM) approach was applied, using the Weather Research and Forecasting (WRF) model driven by CMIP6 data through the pseudo-global warming (PGW) method. Focusing on the Holiday Climate Index for Beach tourism (HCIB), changes are projected for the mid-century (2030–2059) and end-of-century (2070–2099) against a recent past baseline (1990–2019) under both low-emissions (SSP1-2.6) and high-emissions (SSP5-8.5) scenarios. Projections demonstrate pronounced latitudinal and seasonal gradients: the northern archipelagos (the Azores and Madeira) reveal increased summer suitability, while southern archipelagos (the Canary Islands and Cabo Verde) indicate enhanced winter conditions, suggesting a seasonal shift in peak tourism conditions. Thermal comfort changes predominantly drive these trends, except in Cabo Verde, where aesthetic factors (cloud cover) are more influential. These findings provide valuable insights for developing location-specific climate adaptation strategies to support sustainable tourism in these vulnerable island regions.

Keywords: High-Resolution Regional Climate Model, Tourism Climate Indices, Pseudo-Global Warming, Macaronesian Archipelagos, Climate Change Impacts, Small Islands.

Warming and Climate Sensitivity from Long-term Temperature Records at Free Tropospheric Conditions

A. Álvarez-Hernández[1,2], R.D. García[1,2], O. E. García2, M. M. McKenzie[3], S. Izquierdo[4], J.J. Bustos[2], C. Marrero[2], S.F. León-Luis[1,2] (*), P.P. Rivas-Soriano[2], E. Reyes[2], R. Ramos[2] and C. Torres[2]

(*) Now at the University of La Laguna, San Cristóbal de La Laguna, Spain.

[1]TRAGSATEC, Madrid, Spain
[2]Izaña Atmospheric Research Center (IARC),
State Meteorological Agency (AEMET), Santa Cruz de Tenerife, Spain
[3]Department of Geography and Environment,
University of Hawai'i at Mānoa, Honolulu, HI 96822, USA
[4]Aragon Delegation, State Meteorological
Agency (AEMET), Zaragoza 50007, Spain.

aalvar70@tragsa.es; icos_spain@aemet.es;
mariemm@hawaii.edu; sizquierdop@aemet.es

Abstract: This work evaluates the representativeness of free-tropospheric conditions for monitoring air-temperature change and the climate sensitivity (λ) of the Earth–atmosphere system at a global scale. To this end, long-term temperature records from two high-mountain subtropical stations—Izaña Observatory (IZO, Tenerife, 2.37 km a.s.l.) and Mauna Loa Observatory (MLO, Hawaii, 3.4 km a.s.l.)—were analysed. The MLO (1955-2025) and IZO (1916-2025) time series were first revised and homogenised using ERAC-20 and ERA-5 temperature reanalyses as references, together with the CLIMATOL tool. The homogenised records confirm that free-tropospheric air-temperature observations at these sites are consistent and highly representative of large-scale subtropical climate variability. Based on these robust data sets, climate sensitivity was estimated through radiative forcing derived from the main greenhouse gases (carbon dioxide, methane, and nitrous oxide), yielding values that closely agree with those obtained from the GISS (Goddard Institute for Space Studies) global surface temperature analysis. This consistency underscores the strong potential of long-term high-mountain meteorological series for climate research. Data sets such as those from IZO and MLO are indispensable for studying global warming, multi-year climate phenomena, and complex climate-feedback processes.

Keywords: global warming, climate sensitivity, trends, variability, homogenisation

Improving the understanding and prediction of sea breezes and their effects on the meteorological conditions of complex Semi-arid regions: The BRISA field campaign on the coast of Cádiz.

Carlos Román-Cascón[1], María Antonia Jiménez[2], Daniel Martínez-Villagrasa[2], Rafael Mañanes[1], Jordi Mercader[3], Josep Ramón Miró[3], Esther Luján-Amoraga[1], Marina Bolado-Penagos[1], Joan Cuxart[2], Patrick Le Moigne[4], Aaron Boone[4], Stephan Kral[5,6], Joachim Reuder[5,6], Burkhard Wrenger[7], Jannis Groh[8] and Eric Pardyjak[9]

[1] Applied Physics Department, Marine and Environmental Sciences Faculty, INMAR, CEIMAR, University of Cádiz, Cádiz, Spain.
[2] Physics Department, University of the Balearic Islands, Mallorca, Spain.
[3] Applied Research and Modelling Department, Meteorological Service of Catalonia, Barcelona, Spain.
[4] CNRM, CNRS, Météo-France, Toulouse, France.
[5] Geophysical Institute and Bergen Offshore Wind Centre, University of Bergen, Bergen, Norway.
[6] Bjerknes Centre for Climate Research, Bergen, Norway.
[7] Department of Environmental Engineering and Computer Science, University of Applied Sciences Ostwestfalen-Lippe, Höxter, Germany.
[8] Institute of Bio- and Geoscience IBG-3: Agrosphere, Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich, Germany.
[9] University of Utah, Salt Lake City, Utah, US.

carlos.roman@uca.es.

Abstract: The BRISA project focuses on sea breezes developed in three Spanish semi-arid areas: the coast of the Gulf of Cadiz, the island of Mallorca and the eastern part of the Ebro Valley. The breezes in these regions interact with processes of different scales, such as the mesoscale thermal-low pressure systems formed over the Iberian Peninsula in summer, the secondary circulations generated in inhomogeneous surfaces characterised by wetlands and irrigated/non-irrigated agricultural patches, or the thermally driven flows favoured in complex-terrain regions. These interactions affect the formation and the characteristics of the sea breezes, with numerous impacts that affect society, highlighting their thermoregulatory role during extreme temperatures, or their importance for inland and offshore wind energy resources, among others. The methodology proposed in the BRISA project (PID2024-159841OA-I00) combines the use of long-term in situ observations and experimental field campaigns, as well as the use of numerical weather prediction models. In this work, we present the BRISA-Cádiz field campaign (July 2026), which will bring together national and international boundary-layer researchers and oceanographers to characterise the horizontal and vertical extension of the breezes. Among the planned activities are the installation of a WindCube LIDAR just at the shoreline, the launching of frequent radiosondes inland and at

sea, the profiling of the atmosphere with tethered balloons, the use of drones with instrumentation to characterise the horizontal boundary-layer meteorology and turbulence contrasts between the land and the sea, or the use of marine instrumentation to monitor the sea surface conditions.

The high amount of data expected to be gathered during the intensive observational periods will allow us to study how these phenomena form, evolve, and impact the meteorological conditions in coastal sites. The next step following the observational characterisation of the breezes will be the evaluation of high-resolution numerical models, to ultimately improve how these processes should be represented within them.

Keywords: Sea breezes, heterogeneity, field campaign, coastal meteorology, turbulence

Evaluación de los recursos futuros de energía eólica en la Península Ibérica bajo escenarios de cambio climático

A. García-Miguel[1], C. Calvo-Sancho[2,3], J. Díaz-Fernández[2,4], J.J. González-Alemán[4], M. López-Reyes[5,6], P. Bolgiani[5], M.L. Martín[2,7], M. Y. Luna[4]

[1]Department of Automation, Electrical and Electronic Engineering and Industrial Computing. Universidad Politécnica de Madrid, Spain.
[2]Department of Applied Mathematics. Faculty of Computer Engineering, Universidad de Valladolid, Spain.
[3]Centro de Investigaciones sobre Desertificación, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIDE, CSIC-UV-GVA), Climate, Atmosphere and Ocean Laboratory (Climatoc-Lab), Moncada, Valencia, Spain.
[4]Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Spain.
[5]Department of Earth Physics and Astrophysics, Faculty of Physics, Complutense University of Madrid, Madrid, Spain.
[6]Instituto de Astronomía y Meteorología (IAM), Departamento de Física, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
[7]Interdisciplinary Mathematics Institute. Universidad Complutense de Madrid, Spain.

alogarmi01@gmail.com

Resumen: Este estudio evalúa las proyecciones futuras de la velocidad del viento y la densidad de potencia eólica (WPD) en la Península Ibérica y sus regiones marítimas circundantes bajo el escenario de altas emisiones SSP5-8.5, utilizando modelos climáticos globales del CMIP6. El análisis se centra en dos periodos de tiempo: mediados del siglo XXI (2041-2070) y finales de siglo (20171-2100). El estudio se centra en las estaciones de invierno y verano así como en las diferencias entre horas diurnas y nocturnas,

Los resultados revelan una asimetría estacional. En invierno se muestra una disminución robusta y estadísticamente significativa tanto del viento como de la WPD en la mayor parte del dominio de estudio. Las reducciones superan el 10 % en velocidad del viento y hasta 20 % en WPD hacia finales de siglo. Las perdidas absolutas alcanzan valores cercanos a 40 $W \cdot m^{-2}$ en promedio en áreas marítimas, llegando incluso hasta 70 $W \cdot m^{-2}$ en zonas offshore del Atlántico y Mediterráneo occidental, lo que podría comprometer la viabilidad económica de parques eólicos. Por el contrario en verano se observa un incremento significativo en los recursos eólicos, especialmente a finales de siglo (2071–2100), con aumentos superiores al 15 % en velocidad del viento y 20 % en WPD, alcanzando máximos cercanos a 50 $W \cdot m^{-2}$ en la fachada atlántica y zonas del interior peninsular. Este comportamiento se intensifica durante la noche, con incrementos que superan el 20 %, lo que podría favorecer la integración de sistemas híbridos eólicos-fotovoltaicos y mejoraría la estabilidad de la red en ausencia de generación solar.

Palabras clave: energía eólica, velocidad del viento, densidad de potencia eólica, cambio climático.

Los diferentes tipos de brisas marinas en el golfo de Cádiz: caracterización sinóptica y observacional

Esther Luján-Amoraga[1], Carlos Román-Cascón[1], Alfredo Izquierdo[1], Carlos Yagüe[2] y Marina Bolado-Penagos[1]

[1] Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias del Mar y Ciencias Ambientales. Instituto de Investigación Marina (INMAR), Campus Internacional de Excelencia del Mar (CEI·MAR), Universidad de Cádiz, Puerto Real, 11510 Cádiz, España.
[2] Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica, Universidad Complutense de Madrid (UCM), Madrid, España.

esther.lujan@uca.es

Resumen: Las brisas marinas son un fenómeno meteorológico mesoescalar originado por el gradiente térmico que se establece entre la superficie terrestre y la oceánica. Estas juegan un papel fundamental en numerosos procesos ambientales y socioeconómicos, como la dispersión de contaminantes atmosféricos, el confort térmico o el aprovechamiento del recurso eólico, entre otros. Debido a su relevancia, las brisas marinas han sido objeto de numerosos estudios en distintas regiones costeras. En el golfo de Cádiz, Adame et al. (2010) identificaron la existencia de dos patrones principales de brisa marina, denominadas brisas puras y brisas no puras. Las brisas puras se desarrollan bajo la influencia conjunta de un sistema de altas presiones sobre el océano Atlántico (anticiclón de las Azores), y otro sistema de altas presiones sobre el Mediterráneo occidental, con presencia de viento sinóptico de componente este en la zona de estudio. Por el contrario, en las brisas no puras el anticiclón de las Azores se encuentra situado frente a la costa occidental de la península Ibérica y la formación de una baja térmica sobre el interior peninsular, generando viento sinóptico de componente noroeste. Durante la realización del presente trabajo se ha identificado un tipo adicional de brisa marina en el golfo de Cádiz, que ha sido denominada “brisa no pura con sur”. Este nuevo patrón se caracteriza por la presencia de viento del sur y el anticiclón de las Azores a mayor distancia de la costa en comparación con las brisas no puras descritas por Adame et al. (2010), que en adelante se denominarán “brisas no puras con norte”. El objetivo de este estudio es presentar una caracterización sinóptica de los distintos tipos de brisa marina en el golfo de Cádiz. Para ello, se ha analizado la posición del anticiclón de las Azores y otros sistemas de presión, el campo de viento a 850 hPa y registros observacionales correspondientes a los meses de verano. Estos datos permiten caracterizar aspectos como la hora de inicio y finalización de las brisas, su duración y su impacto sobre variables meteorológicas clave, como la temperatura y la humedad.

Palabras clave: Caracterización sinóptica, brisas marinas, anticiclón de las Azores, observaciones

Climate change rain erosivity (Lanzarote, Canary Islands, Spain)

Joel Luis Noda, Alejandro Aguiar Martín, Jonay Neris Tomé, Virginia Aguiar Hernández, María Luisa Tejedor Salguero, Jesús Santiago Notario del Pino and Carmen Concepción Jiménez Mendoza

Universidad de La Laguna

jluis@fg.ull.es; aaguiarm@ull.edu.es; jneris@ull.edu.es; virginia8200@gmail.com; martesa@ull.edu.es; jnotario@ull.edu.es; cacojime@ull.edu.es

Abstract: IPCC projections predict an increase in the intensity and concentration of precipitation, which could lead to an increase in the erosive potential of rainfall events, primarily in arid and semi-arid regions. The island of Lanzarote (Canary Islands, Spain) presents a high risk of desertification across its entire area. To assess the impact of climate change on the erosive potential of rainfall on this island, we calculated different indices to characterize precipitation concentration and erosive potential, including the Precipitation Concentration Index (PCI), the Seasonal Index (SI), and the Modified Fournier Index (MFI), based on monthly and annual precipitation values obtained from regional climate simulations. These simulations were driven by three CMIP5 models (GFDL–ESM2M, IPSL–CM5A–MR, and MIROC–ESM) over three periods (1980–2009, 2030–2059, and 2070–2099) and two emission scenarios representing the RCP 4.5 and RCP 8.5 concentration trajectories.

The results highlight the differences between the models and the scenarios. Specifically, an increase in the MFI index, seasonality, and precipitation concentration is observed in all models for the north-central region of the island in the future periods, with the most pronounced increase being in the MIROC–ESM model and the RCP 8.5 scenario. On the other hand, despite the increase in values in that region, overall, for the island as a whole, the PCI and SI indices show a decrease in values for future periods and for both scenarios (RCP 4.5 and 8.5).

These results emphasize the expected effects of climate change on precipitation patterns and erosion potential in arid regions. Therefore, it is necessary to continue evaluating these factors to design effective mitigation plans that include reducing greenhouse gas emissions to lessen erosion risks in these regions.
Acknowledgments: This work has been funded by the Planclimac2 project, from Interreg VI-D MAC 2021-2027 (FEDER) Cooperation Program

Keywords: emission scenarios, climate simulations, precipitation, arid regions

Los diferentes tipos de brisas marinas en el golfo de Cádiz: caracterización sinóptica y observacional

Esther Luján-Amoraga[1], Carlos Román-Cascón[1], Alfredo Izquierdo[1], Carlos Yagüe[2] y Marina Bolado-Penagos[1]

[1] Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias del Mar y Ciencias Ambientales. Instituto de Investigación Marina (INMAR), Campus Internacional de Excelencia del Mar (CEI·MAR), Universidad de Cádiz, Puerto Real, 11510 Cádiz, España.
[2] Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica, Universidad Complutense de Madrid (UCM), Madrid, España.

esther.lujan@uca.es

Resumen: Las brisas marinas son un fenómeno meteorológico mesoescalar originado por el gradiente térmico que se establece entre la superficie terrestre y la oceánica. Estas juegan un papel fundamental en numerosos procesos ambientales y socioeconómicos, como la dispersión de contaminantes atmosféricos, el confort térmico o el aprovechamiento del recurso eólico, entre otros. Debido a su relevancia, las brisas marinas han sido objeto de numerosos estudios en distintas regiones costeras. En el golfo de Cádiz, Adame et al. (2010) identificaron la existencia de dos patrones principales de brisa marina, denominadas brisas puras y brisas no puras. Las brisas puras se desarrollan bajo la influencia conjunta de un sistema de altas presiones sobre el océano Atlántico (anticiclón de las Azores), y otro sistema de altas presiones sobre el Mediterráneo occidental, con presencia de viento sinóptico de componente este en la zona de estudio. Por el contrario, en las brisas no puras el anticiclón de las Azores se encuentra situado frente a la costa occidental de la península Ibérica y la formación de una baja térmica sobre el interior peninsular, generando viento sinóptico de componente noroeste. Durante la realización del presente trabajo se ha identificado un tipo adicional de brisa marina en el golfo de Cádiz, que ha sido denominada “brisa no pura con sur”. Este nuevo patrón se caracteriza por la presencia de viento del sur y el anticiclón de las Azores a mayor distancia de la costa en comparación con las brisas no puras descritas por Adame et al. (2010), que en adelante se denominarán “brisas no puras con norte”. El objetivo de este estudio es presentar una caracterización sinóptica de los distintos tipos de brisa marina en el golfo de Cádiz. Para ello, se ha analizado la posición del anticiclón de las Azores y otros sistemas de presión, el campo de viento a 850 hPa y registros observacionales correspondientes a los meses de verano. Estos datos permiten caracterizar aspectos como la hora de inicio y finalización de las brisas, su duración y su impacto sobre variables meteorológicas clave, como la temperatura y la humedad.

Palabras clave: Caracterización sinóptica, brisas marinas, anticiclón de las Azores, observaciones

Temporal Merging of Decadal Predictions and Climate Projections for 25-Year Wind Forecasts

Sara Moreno Montes; Carlos Delgado Torres, Matías Olmo, Verónica Torralba y Albert Soret

Barcelona Supercomputing Center

sara.moreno@bsc.es

Abstract: Achieving predictive skill at long timescales remains a big challenge in climate predictions, particularly for dynamically driven variables such as near-surface wind. Climate projections provide long-term information but generally exhibit limited predictive skill at regional scales, while decadal predictions show enhanced skill at shorter lead times but are constrained by their forecast horizon. Bridging this gap requires methodologies that allow predictability from shorter timescales to be consistently extended into the multidecadal range.

This study explores the potential of temporal merging techniques to generate 25-year wind forecasts by combining information from decadal predictions or previous-years observations with long-term climate projections. The approach is based on the selective subsampling of CMIP6 projection members according to their similarity with either observations or decadal predictions, with the aim of transferring decadal-scale predictability into longer timescales. For decadal predictions, the reference climate state is defined using the ensemble mean over different forecast ranges, such as forecast years 1-3, 1-5 and 1-10. For the observational reference, alternative periods are considered, such as the previous 3, 5 and 10 years. The similarity is computed using large-scale variables relevant for wind variability, including sea surface temperature and sea level pressure over different regions, as well as teleconnection indices such as the North Atlantic Oscillation (NAO) and the Atlantic Multidecadal Variability (AMV).

The methodology is evaluated in a hindcast framework to assess whether temporally merged wind forecasts outperform the unconstrained CMIP6 projections. The performance of different configurations, defined by the choice of reference dataset, variable, region, and temporal window, is compared against the full projection ensemble. In addition, the constrained ensembles are compared with initialised multidecadal predictions, which are an extension of decadal prediction systems through periodic initialisations (e.g. every five years), to assess their relative performance as sources of extended-range wind predictability. The best-performing configurations are then used to construct near-real-time wind forecasts extending up to 25 years.

Keywords: temporal merging; near-surface winds; decadal predictions; climate projections

Nueva métrica para identificar entornos favorables para transiciones tropicales en el Atlántico Norte bajo el efecto del cambio climático

A. Montoro-Mendoza[1,2], C. Calvo-Sancho[3], J.J. González-Alemán[2], J. Díaz-Fernández[1,2], P. Bolgiani[4], M. Yolanda-Luna[2] y M.L. Martín[1,5]

[1] Departamento de Matemática Aplicada. Facultad de Ingeniería Informática, Universidad de Valladolid, España.
[2] Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Departamento de Desarrollos y Aplicaciones, Madrid, España.
[3] Centro de Investigaciones sobre Desertificación, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIDE, CSIC-UV-GVA), Climate, Atmosphere and Ocean Laboratory (Climatoc-Lab), Moncada, Valencia, Spain.
[4] Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica. Facultad de Física, Universidad Complutense de Madrid, España.
[5] Instituto de Matemáticas Interdisciplinar. Universidad Complutense de Madrid, España.

ana.montoro@uva.es

Resumen: El cambio climático antropogénico está favoreciendo un aumento en la intensidad de los ciclones tropicales, y diversas investigaciones apuntan a un posible desplazamiento hacia latitudes más altas, lo que genera una creciente preocupación para Europa. Este trabajo analiza los ambientes que facilitan el desarrollo de transiciones tropicales (TTs) en la cuenca del Atlántico Norte en otoño, dado que la mayoría de los ciclones que alcanzan Europa originados a partir de TTs ocurren en esta estación. Para ello, se emplean varios modelos climáticos de CMIP6 considerando los escenarios histórico, SSP2-4.5 y SSP5-8.5 en el periodo 1981–2100. Se utiliza el reanálisis ERA5 como referencia para contrastar los resultados. El estudio presenta el Tropical Transition Favorability Index (TTFI), una métrica novedosa que combina parámetros clave para cuantificar el grado de influencia de cada uno al desarrollo de TTs en la zona de estudio. Los resultados muestran una progresiva tropicalización de la cuenca bajo ambos escenarios SSP2-4.5 y SSP5-8.5, más intensa en este último, impulsada por el aumento de la temperatura superficial del mar y de la humedad, mientras que parámetros dinámicos tienden a debilitarse. Estos cambios señalan una mayor probabilidad de que ciclones tropicales intensos alcancen latitudes más alejadas del ecuador, incrementando así el riesgo asociado a estos sistemas potencialmente destructivos en zonas como Europa occidental.

Palabras clave: Transición Tropical, Ciclón Tropical, Cambio Climático Antropogénico, *Tropical Transition Favorability Index.*

Future alpine precipitation extremes under high-impact atmospheric circulation patterns

Marc Lemus-Cánovas[1,2]; Alice Crespi[2] y Manuela Brunner[3,4]

[1] Earth Sciences Department, Barcelona Supercomputing Center (BSC), Barcelona, Spain
[2] Center for Climate Change and Transformation, Climate and Disaster Risk Group, Eurac Research, Bolzano/Bozen, Italy
[3] ETH Zurich, Institute for Atmospheric and Climate Science, Zurich, Switzerland
[4] WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF, Davos, Switzerland

lemuscanovas@gmail.com

Abstract: Understanding the behaviour of future extreme precipitation in the European Alps is a major adaptation challenge, as these events often cause flooding and severe impacts on infrastructure and society. Convection-permitting models (CPMs) have recently emerged as a key tool to better represent extreme precipitation processes in complex Alpine terrain, overcoming limitations of regional climate models (RCMs). While previous studies have analysed future changes in hourly and daily precipitation extremes using CPMs, it remains unclear how extremes will evolve under known impactful atmospheric circulation patterns, such as deep Mediterranean cyclones associated with major Alpine flood events.

Here, we investigate future precipitation changes conditioned on circulation types associated with observed high-impact events. We build on 6 impactful historical circulation types derived from a previous circulation classification scheme. To identify circulation and precipitation patterns analogous to these target circulation types, we apply a combined circulation–precipitation analogue framework. Candidate days are required to belong to the 10% closest circulation analogues, defined by the joint similarity of daily sea-level pressure and 500 hPa geopotential height fields simulated by each of the five EURO-CORDEX RCMs relative to the corresponding ERA5 circulation-type composite, quantified using a root-mean-square distance over the European domain. In addition, these candidate days must exhibit high precipitation-pattern agreement, defined as correlations exceeding the 90th percentile between CPM-simulated daily precipitation and an Alpine-wide observational precipitation dataset. Note that CPM outputs are first aggregated from hourly to daily resolution for the purpose of analogue selection. The final analogue dates are retained when basin-averaged precipitation exceeds the 90th percentile—computed separately for each experiment (Historical: 1996–2005; RCP8.5: 2090–2099) and weather type—if either 1-hour or 24-hour accumulated precipitation exceed the threshold in the most affected Alpine basins. Our results show a precipitation intensification of autumn Mediterranean-origin weather types across all accumulation steps by the end of the century. For these circulation types, hourly precipitation extremes in CPMs scale with temperature at or above the Clausius–Clapeyron rate (~7%/K), while weaker scaling is found at daily timescales. In contrast, summer-dominated weather types exhibit slight intensity increases at hourly scales but decreases at daily accumulations.

Keywords: Extreme precipitation, atmospheric circulation, convection-permitting models, Alpine region

Por qué las temperaturas en Europa están aumentando más de lo esperado: Contribuciones del forzamiento externo y la variabilidad interna

Pedro José Roldán Gómez[1], Markus Donat[1,2] y Gerard Marcet Carbonell[1]

[1] Barcelona Supercomputing Center,
Earth Sciences Department, Barcelona, España
[2] Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA), Barcelona, España.

pedro.roldan@bsc.es

Resumen: El aumento de la temperatura de verano observado en Europa está siendo muy superior al que predicen los modelos climáticos. Esta discrepancia entre modelos y observaciones se debe principalmente a que los modelos subestiman los cambios en la circulación atmosférica con respecto a las observaciones, pero los motivos por los que esto ocurre no están claros. En este trabajo se analizan 844 simulaciones del CMIP6 y del LESFMIP para evaluar en qué medida los factores de forzamiento externo (aerosoles y gases de efecto invernadero) contribuyen a estos cambios, y cómo el impacto de una variabilidad interna no predecible podría explicar la discrepancia entre modelos y observaciones. La contribución de los aerosoles, los gases de efecto invernadero y la variabilidad interna puede separarse analizando un conjunto grande de simulaciones, incluyendo simulaciones con todos los forzamientos y simulaciones con forzamientos individuales, y comparando estas simulaciones con datos de reanalisis. Los resultados de este trabajo muestran que la temperatura de verano en Europa ha estado profundamente marcada por las emisiones de aerosoles. A partir de 1980, las emisiones de sulfatos en Europa se reducen, y esto produce una asimetría longitudinal de temperaturas, que genera ondas de Rossby cuasi-estacionarias (QSW) en Europa. Además de los aerosoles, las emisiones de gases de efecto invernadero han producido un debilitamiento de la circulación de vuelco meridional del Atlántico (AMOC), generando también una asimetría de temperaturas entre el Atlántico Norte y Europa, que ha contribuido a alterar la circulación atmosférica. Las simulaciones que combinan aerosoles y gases de efecto invernadero muestran una variabilidad multidecadal en el Atlántico (AMV) que genera cambios en la circulación atmosférica y en las temperaturas de verano en Europa consistentes con los observados, pero con una magnitud menor. La discrepancia se debe principalmente a que los modelos no logran reproducir la distribución de presiones en el Atlántico, asociada a la oscilacion del Atlántico Norte (SNAO) y al modo del Atlantico Este (SEA). Parte de esta variabilidad se puede predecir con métodos de “matching”, mientras que otra parte es impredecible con los modelos.

Palabras clave: Variabilidad atmosférica, forzamiento, CMIP, modelos, reanálisis.

Cambios en la función de distribución de la temperatura media anual en España, 1979-2022

Fernando Sánchez Rodrigo

Dpto. Química y Física, Universidad de Almería

frodrigo@ual.es

Resumen: El problema del cambio climático puede entenderse como una combinación de dos operaciones estadísticas: la función de distribución representativa de la variable climática se desplaza, como resultado de un cambio en el parámetro de localización, y se deforma o reescala, como consecuencia de un cambio en el parámetro de escala. Este trabajo aplica este modelo conceptual a las temperaturas medias diarias a escala anual de 40 localidades españolas desde 1979 a 2022. La hipótesis matemática es que la relación entre dos subperiodos distintos (1979-1993 y 1994-2022) puede describirse como una relación lineal, y la hipótesis física es que las traslaciones están relacionadas con cambios en el forcing radiativo, mientras que los reescalados están ligados a fluctuaciones de la circulación atmosférica. Los resultados confirman ambas hipótesis, aunque parece necesario extender el estudio a otras variables y escalas espacio-temporales.

Palabras clave: Función de distribución, parámetros de localización y escala, temperatura, España

First Steps Toward Deep Learning Emulation of Convection Permitting Climate Models: An Application within the Impetus4Change (I4C) Project

Samuel Reyes-Elgueta, Jose ,González-Abad, Jorge Baño-Medina y Jesús Fernández

Instituto de Física de Cantabria (IFCA),
CSIC-Universidad de Cantabria, Santander, Spain.

reyes@ifca.unican.es

Abstract: High-resolution information on future climate at local scales is essential for impact assessments and adaptation planning, but so-called convection-permitting models (CPMs), operating at kilometre-scale, are computationally expensive. As a result, only a few CPM simulations are available and they sample poorly the spread across Global Climate Models (GCMs) in initiatives such as CMIP6. Recent work on Regional Climate Model (RCM) emulation proposes a hybrid statistical-dynamical solution, in which a statistical model learns the GCM-to-RCM downscaling function and can then be applied efficiently to many GCMs, enlarging ensembles and sampling inter-model projection uncertainty.

Most existing deep-learning RCM emulators have been developed for RCMs at ~10 km resolution and have mainly been evaluated in the so-called perfect framework, with limited tests of their transferability to previously unseen GCMs and to CPM resolutions. In this work, carried out in the framework of the Horizon Europe project Impetus4Change (I4C), we investigate whether a deep learning architecture previously used for observational downscaling can be adapted to emulate a CPM at ~3 km resolution. We focus on daily minimum, mean and maximum temperature and precipitation. The model is trained on CPM simulations using large-scale atmospheric variables as predictors.

We evaluate the ability of the emulator to reproduce CPM spatial patterns and selected extremes, and its transferability to other CMIP6 GCMs not seen during training. Preliminary results indicate that the emulator reproduces most of the added value of the CPM for temperature means and variability, while precipitation amounts are captured with moderate skill and extremes remain more challenging. When applied to unseen GCMs, the loss of skill is limited, suggesting that the emulator can be used to generate kilometre-scale multi-model ensembles at low computational cost. This opens the door to much larger CPM-like climate projection ensembles and to better quantify local climate-change risks.

Keywords: Deep Learning, Regional Climate Modelling, RCM Emulation

Dust-Radiation Interactions: Does Size Matter?

Ginés Garnés-Morales[1,2], Claire Ryder[1], Maria João Costa[2] and Franco Marenco[3]

[1] Department of Meteorology, University of Reading, Reading, UK.
[2] Center for Sci-Tech Research in Earth System and Energ —CREATE, Universidade de Évora, 7000-671 Évora, Portugal.
[3] CARE-C, The Cyprus Institute, Nicosia, Cyprus.

g.garnesmorales@pgr.reading.ac.uk

Abstract: Mineral dust particles interact with shortwave and longwave radiation, impacting the Earth's energy budget. This effect can be either positive (warming effect) or negative (cooling effect), influencing the climate on both global and regional scales, depending on the meteorological conditions and dust properties, such as concentration, chemical composition, shape, and size. In fact, some recent studies have reported that super-coarse dust (particles larger than 10 μm in diameter) is often under-observed by in-situ instruments and under-represented in numerical models, leading to uncertainties in the role of dust in the climate system, especially on its radiative effects. Under this umbrella, this work aimed to assess these sensitivities and explore the interactions between dust and solar irradiance, with a special focus on the super-coarse mode. For this purpose, we used observational data from the FAAM research aircraft dataset from the Fennec 2012 campaign. This database gathers data collected over the Sahara Desert by airborne instruments, including spectrometers, broadband SW radiometers, nephelometers, lidar, and diverse probes to measure the particle size distribution (PSD). A couple of cases with low altitude, freshly uplifted giant dust particles and a deep, 6-km well-mixed Saharan boundary layer with super-coarse particles will be presented. Results suggested a strong link between the presence of uplifted dust particles and attenuated irradiance. Relationships between radiation measurements and in-situ size distributions and optical properties (e.g. extinction coefficient, single scattering albedo) will be presented, particularly their variation with altitude and time. The use of radiative transfer models is expected to provide further insights into (1) how accurately simulations approach observations and (2) the extent the radiative closure depends on the super-coarse mode.

This study is part of the Dust Doctoral Network project, funded by the European Union's Horizon Europe Research and Innovation under the Marie Skłodowska-Curie Actions, with additional funding from the Swiss State Secretariat for Education, Research, and Innovation (SERI) and UK Research and Innovation (UKRI).

Keywords: aerosol-radiation interactions, atmospheric dust, coarse dust, radiative balance

Modelling seawater pCO2 in the Canary Islands region based on satellite measurements and machine learning techniques

Irene Sánchez-Mendoza, Melchor González-Dávila, David González-Santana, David Curbelo-Hernández, David Estupiñán-Santana, Aridane G. González and J. Magdalena Santana-Casiano.

Instituto de Oceanografía y Cambio Global, QUIMA, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Spain.

irene.sanchez@ulpgc.es; melchor.gonzalez@ulpgc.es; david.gonzalezsantana@ulpgc.es; david.curbelo@ulpgc.es; davidestupinansantana@hotmail.es; aridane.gonzalez@ulpgc.es; magdalena.santana@ulpgc.es

Abstract: Recent advancements in remote sensing systems and machine-learning techniques have improved the capacity to monitor air–sea CO2 exchange in regions with limited biogeochemical observations. The aim of this study was to develop and validate a machine-learning algorithm capable of estimating seawater CO_2 partial pressure (pCO2,sw) and CO2 fluxes (FCO2) in the Canary Basin (NE Atlantic) using satellite-derived environmental variables and a high-resolution time series of pCO2,sw from voluntary observing ships (VOS) and coastal oceanographic buoys.

The observational dataset consisted of continuous underway measurements collected between 2019 and 2024 by two VOS lines (CanOA-VOS-1 and CanOA-VOS-2) and two moored buoys (MORGAN-1 and ULA-2). All measurements followed international quality-control protocols. Additional discrete samples of total alkalinity and dissolved inorganic carbon were collected quarterly to quantify and correct offsets between sensors and calculated *p*CO2,sw. Regional comparisons were structured across seven predefined sites spanning the archipelago. Satellite variables (SST, Chl-a, Kd490, MLD) were obtained from CMEMS, while wind speed data for FCO2 estimation were retrieved from AEMET. All datasets were temporally and spatially located and processed as daily means.

Three machine-learning approaches were used: bootstrap aggregation (*bagging*), neural network (NN), and categorical boosting (CatBoost). Model performance was evaluated using R2, RMSE, MAE, and daily SSE metrics. Bagging outperformed all other approaches with an RMSE of 2.0 µatm (R2 > 0.99) for pCO2,sw, while NN and CatBoost achieved RMSE values between 5.4 and 10 µatm. Using the most reliable model, we identified a significant interannual increase in pCO2,sw of 3.51 ± 0.31 µatm yr-1, exceeding the atmospheric CO2 growth rate, over the study period (2019-2024). Rising atmospheric CO2 levels and anomalously warm sea surface temperatures (particularly during the 2023 marine heatwave) likely contributed to this trend.

The Canary Basin underwent a marked transition from a weak CO2 source in 2019 (0.90 Tg CO2 yr-1) to a much stronger source by 2024 (4.5 Tg CO2 yr-1), with eastern sites shifting from net sinks to net sources after 2022. These results highlight the rapid evolution of the regional carbon cycle and demonstrate the value of combined satellite–machine-learning systems for monitoring oceanic CO2 dynamics.

Keywords: pCO2,sw, modelling, seawater, machine-learning, Canary basin.

Estudio climatológico de ondas del este africanas con trayectorias anómalas

J. Díaz-Fernández[1,2], P. Gómez-Plasencia[1], E. J. Rodríguez-Acosta[1], J. J. González-Alemán[2], C. Calvo-Sancho[3], P. Bolgiani[4], A. Morata[2], M. Y. Luna[2], M. L. Martín[1] y I. Gomara[1]

[1]Departamento de Matemática Aplicada, Escuela de Ingeniería Informática, Universidad de Valladolid, Segovia, España.
[2]Agencia Estatal de Meteorología – AEMET, Madrid, España.
[3]Centro de Investigaciones sobre Desertificación - CIDE (CSIC-UV-GVA), Valencia, España.
[4]Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

javidzfz@gmail.com

Resumen: Las ondas del este africanas (AEW, por sus siglas en inglés) desempeñan un papel fundamental en la dinámica atmosférica tropical y en la génesis de ciclones en el Atlántico. Aunque su trayectoria habitual se dirige hacia el oeste, algunas AEWs presentan desplazamientos anómalos hacia regiones extratropicales, como la Macaronesia o las proximidades de la Península Ibérica, lo que puede tener implicaciones en la predictibilidad de estas ondas y en los mecanismos que favorecen estas desviaciones.

En este estudio se analiza una climatología de las AEWs identificando aquellas que muestran trayectorias anómalas. Para identificar las AEWs, se usaron datos de componentes de viento zonal (u) y meridional (v) a 700 hPa del reanálisis ERA5, abarcando el periodo 1940-2024 y calculando curvaturas de vorticidad a partir de los campos de viento y posteriormente aplicando un suavizado en cada punto de la malla.
Una vez identificadas todas todas las AEWs, se aplicó un filtro para determinar aquellas ondas con trayectorias anómalas. El filtrado se basa en la determinación de un dominio delimitado por los percentiles de latitud y longitud calculados a partir de la climatología completa de las AEWs. Finalmente, se realiza un análisis comparativo entre las AEWs y las ondas anómalas, tanto desde una perspectiva espacial como temporal para caracterizar sus diferencias y evaluar posibles factores asociados a estas desviaciones.
Este trabajo contribuye a mejorar la comprensión de la variabilidad y comportamiento extremo de las AEWs, ofreciendo una base sólida para investigaciones futuras sobre procesos sinópticos y para la evaluación de riesgos meteorológicos en regiones extratropicales.

Palabras clave: ondas del este africanas, ondas con trayectorias anómalas, ERA5, filtrado de ondas anómalas, estudio de diferencias entre ondas típicas y anómalas.

Análisis de sensibilidad de la convección y transición extratropical en la tormenta tropical Delta en un clima futuro más cálido.

Pedro Gómez Plasencia[1], Ernesto Javier Rodríguez Acosta[1], Juan Jesús González Alemán[2], Carlos Calvo Sancho[3], Pedro Bolgiani[4], Javier Díaz Fernández[1,2], Ana Montoro Mendoza[1,5], Ana Morata[2], María Luisa Martín[1] y Iñigo Gómara[1]

[1]Departamento de Matemática Aplicada, Escuela de Ingeniería Informática de Segovia, Universidad de Valladolid, Segovia, España.
[2]Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Madrid, España.
[3]Centro de Investigaciones sobre Desertificación, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIDE, CSIC-UV-GVA), Climate, Atmosphere and Ocean Laboratory (Climatoc-Lab), Moncada, Valencia, España.
[4]Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica. Facultad de Física. Universidad Complutense de Madrid, España.
[5]Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid, España.

pedrogp@uva.es

Resumen: El objetivo del trabajo es analizar la influencia de temperaturas de la superficie del mar (SSTs) más cálidas, características de un clima futuro debido al cambio climático antropogénico (ACC) en la actividad convectiva de un ciclón tropical (TC). El estudio se centra específicamente en la tormenta tropical Delta (2005), representativa de un TC en la cuenca noreste del Atlántico, que causó importantes daños tras su paso por las islas Canarias. El análisis se lleva a cabo considerando dos simulaciones de la tormenta realizadas con el modelo de alta resolución HARMONIE-AROME: una simulación de control con condiciones iniciales y de contorno del reanálisis ERA5, y una simulación cálida en la que a las SSTs se les añade una perturbación uniforme de +2o C. Los resultados muestran que en el escenario más cálido se favorece la convección profunda en la pared del ciclón, lo que lleva a Delta a incrementar significativamente los ascensos convectivos durante su fase tropical. De esta forma Delta se convierte en un TC más profundo e intenso (alcanzando la categoría de huracán). En consecuencia, su transición extratropical comienza antes, tarda más tiempo en ser completada, y se vuelve mucho más severa. Estos resultados son particularmente relevantes para la región de Europa occidental, donde el número de sistemas tormentosos con características tropicales podría verse incrementado en el futuro debido al ACC.

Palabras clave: Ciclón tropical, convección, transición extratropical, océano.

Ambientes climatológicos asociados a ondas africanas del este con trayectoria anómala

Ernesto Javier Rodríguez Acosta[1], Pedro Gómez Plasencia[1], Juan Jesús González Alemán[2], Carlos Calvo Sancho[3], Pedro Bolgiani[4], Javier Díaz Fernández[1,2], María Yolanda Luna[2], Ana Montoro Mendoza[1,5], María Luisa Martín[1] y Iñigo Gómara[1]

[1]Departamento de Matemática Aplicada, Escuela de Ingeniería Informática de Segovia, Universidad de Valladolid, Segovia, España.
[2]Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Madrid, España.
[3]Centro de Investigaciones sobre Desertificación, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIDE, CSIC-UV-GVA), Climate, Atmosphere and Ocean Laboratory (Climatoc-Lab), Moncada, Valencia, España.
[4]Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica. Facultad de Física. Universidad Complutense de Madrid, España.
[5]Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid, España

ernestojavier.rodriguez24@uva.es

Resumen: En este estudio se analizan los ambientes climatológicos que propician que las Ondas Africanas del Este (AEWs, por sus siglas en inglés) sigan trayectorias anómalas hacia el norte en el Atlántico centro-oriental. Las ondas son identificadas en el reanálisis ERA5 (1940–2024) mediante un algoritmo objetivo de seguimiento basado en la vorticidad relativa a 700 hPa. Se definen dos poblaciones: ondas con trayectorias comunes y ondas con trayectorias anómalas, y se realiza un análisis compuesto para caracterizar las condiciones atmosféricas y oceánicas asociadas a cada grupo.

Los resultados muestran que las AEWs con trayectorias anómalas se desarrollan bajo una configuración sinóptica particular, caracterizada por el anticiclón de las Azores más intenso y desplazado hacia el norte y una vaguada en niveles medios sobre el Atlántico nororiental. Se identifica un marcado enfriamiento en la tropopausa y temperaturas superficiales del mar ligeramente más cálidas en la zona de evolución de dichas ondas, además de patrones contrastantes de humedad y viento cerca de la costa occidental africana. En conjunto, estos rasgos delinean un entorno dinámico que propicia la desviación hacia el norte de las AEWs y, en consecuencia, su posible contribución a la actividad ciclónica tropical en el Atlántico nororiental. El estudio aporta evidencia sobre la interacción entre forzamientos de gran escala y la variabilidad regional, con implicaciones para la predicción estacional y la comprensión de procesos generadores de ciclones con potencial impacto en la Macaronesia y Europa occidental.

Palabras clave: Ondas africanas del este, ondas con trayectoria anómalas, ambientes, Atlántico nororiental.

Near-surface wind projections over Europe and the impacts on energy generation

Matías Olmo[1], Sara Moreno-Montes[1], Paloma Trascasa-Castro[1], Rocío Balmaceda-Huarte[2], Carlos Delgado-Torres[1], Verónica Torralba[1] and Albert Soret[1]

[1] Barcelona Supercomputing Center, Barcelona, Spain
[2] University of Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

matias.olmo@bsc.es; sara.moreno@bsc.es; paloma.trascasa@bsc.es; rbalmaceda@at.fcen.uba.ar; carlos.delgado@bsc.es; veronica.torralba@bsc.es; albert.soret@bsc.es

Abstract: The magnitude, variability, and future evolution of near-surface winds are of central importance for the climate system and society. Surface winds modulate heat, moisture, and aerosol transport, as well as influence the frequency and intensity of storms. Furthermore, they directly determine the success of wind power generation, a cornerstone technology for decarbonising electricity systems in Europe and worldwide. In this regard, future changes in near-surface wind speed currently display a large spread and uncertainty. A better understanding of future wind projections will allow us to anticipate and boost clean energy generation. Here, we provide insights on model spread over Europe employing a large ensemble of sub-daily bias-adjusted CMIP6 wind simulations, for the historical (1979-2014) and future (2040-2100) periods under different socio-economic scenarios. Europe is projected to experience a gradual weakening of near-surface wind speed, especially over central and southern regions during winter, and a strengthening in northern Europe and southern latitudes during summer. These changes typically intensify and become more spatially coherent by the late 21st century in the worst-case scenario (SSP585). Climate change may modestly enhance wind capacity factor (WCF) for energy generation in southern Europe (Iberia) during summer, while generally decreasing in the rest of Europe. During winter, WCF remains relatively stable (with decreases in Eastern Europe and northern latitudes) but is affected by larger uncertainty. Given the large spread in future wind and WCF changes as found here, we propose a model selection strategy based on cluster analysis. Through hierarchical clustering, sub-ensembles of models are constructed, showing differences not only in the magnitude and sign of WCF changes, but also in their regional heterogeneity. We show that the overall uncertainty in wind speed and wind energy production comes from model and scenario differences, internal variability, and reinforce the need to account for the diurnal cycle and seasonal differences at a regional scale. Furthermore, strengthened NAO-WCF coupling and more positive mean NAO states may enhance northern European wind resources, while reduced variance could diminish year-to-year variability, important for long-term energy planning.

Keywords: climate projections; global climate models; near-surface winds

An overview of climate variability in Izaña Observatory: air temperature, precipitation, sunshine duration, relative humidity and pressure during the 1916-2025 period.

R.D. García[1,2], J. Bustos[2], O.E. García[2], C. Torres, C.[2], R. Ramos[2], C. Marrero[2], C. Bayo[2], V. Carreño[2], C. Hernádez[2], B. Querol[2] and I. Tovar[2]

[1] TRAGSATEC, Madrid, España
[2] Izaña Atmospheric Research Center (IARC), State Meteorological Agency (AEMET), Santa Cruz de Tenerife, Spain

rgarci47@tragsa.es; jbustoss@aemet.es; ogarciar@aemet.es; ctorresg@aemet.es; rramosl@aemet.es; cmarrerod@aemet.es; cbayop@aemet.es; chernandezh@aemet.es; bquerolc@aemet.es; itovarh@aemet.es

Abstract: The Izaña Observatory (IZO), located on the island of Tenerife (Canary Islands, Spain), is operated by the Izaña Atmospheric Research Centre (IARC) of the State Meteorological Agency of Spain (AEMET). Situated on the summit plateau of Izaña mountain at an elevation of 2400 m a.s.l., the observatory typically lies above a well-defined thermal inversion layer and is influenced by the quasi-permanent subsidence regime characteristic of subtropical regions. These features create exceptionally stable atmospheric conditions that favour continuous measurements under free-tropospheric influence, making IZO a key site for monitoring background atmospheric composition and long-range transport processes over the subtropical North Atlantic.

In addition to its strategic location, IZO has a long tradition of atmospheric research. In 2017, it was recognised as a Centennial Observatory Station in acknowledgment of more than a century of uninterrupted meteorological and climate observations, providing high-quality datasets that are essential for assessing climate variability, detecting long-term trends, and evaluating Earth-system models. Today, the observatory hosts a broad suite of advanced instrumentation and forms part of several international networks, further reinforcing its role as a reference site for global atmospheric monitoring.

In this context, long-term trends, climatological normal values and extremes were analysed in key meteorological variables (air temperature, sunshine duration, relative humidity, pressure and precipitation) at annual scale over the 1916-2025 period.

Keywords: climate change, climate extremes, trends, meteorological long-term time series.

Deep Learning identification of SST teleconnections driving early-winter North Atlantic Climate

Víctor Galván Fraile[1,2], *Irene Polo*[1], *Marta Martín-Rey*[1], *Belén Rodríguez-Fonseca*[1,2] *y Magdalena A. Balmaseda*[3]

[1] Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
[2] Instituto de Geociencias (IGEO), CSIC-UCM, Madrid, España.
[3] Departamento de investigación, Centro Europeo de Predicciones Meteorológicas a Medio Plazo, Reading, Reino Unido.

vgalva01@ucm.es

Resumen: The seasonal predictability of early winter atmospheric circulation (November-December) in the Euro-Atlantic region is largely conditioned by sea surface temperature (SST) anomalies. Extratropical regions present greater challenges due to the complexity of their atmospheric processes and the interaction of multiple sources of predictive signals. Current seasonal prediction systems, which rely heavily on interannual phenomena known as El Niño-Southern Oscillation (ENSO), exhibit significant biases in extratropical SSTs, reducing their predictive capacity for key variables in the Euro-Atlantic region. This highlights the need to develop alternative statistical methodologies that can overcome these limitations.

This study evaluates the predictive capacity of global SST anomalies to forecast sea level pressure (MSLP) anomalies during November-December. To this end, two statistical approaches are used: (i) Maximum Covariance Analysis (MCA) to identify dominant patterns of ocean-atmosphere covariability; (ii) neural networks (NN) designed to capture nonlinear teleconnections; and the results are compared with those obtained by a dynamic seasonal prediction model (ECMWF's SEAS5).

The results indicate that the NN-based model has a predictive capacity similar to dynamic systems and traditional statistical approaches, improving on them in certain key aspects of Euro-Atlantic variability. Between 1995 and 2019, there was a significant improvement in the prediction of the East Atlantic (EA) pattern, while for the period 1970-1994, there was a notable increase in the predictive ability of the North Atlantic Oscillation (NAO) index. The analysis of the non-stationarity of SST-MSLP teleconnections allows us to identify 'windows of opportunity' in which seasonal forecasts are more reliable.

These findings contribute to a better understanding of ocean-forced teleconnections in the Euro-Atlantic region, providing useful information for the development of more robust and accurate predictive models. The results also highlight the importance of combining linear and non-linear methods to capture the complexity of ocean-atmosphere interactions and improve early winter seasonal forecasting.

Palabras clave: Seasonal Predictability, Climate Variability, Machine Learning

Role of the polar vortex on the predictability of surface extreme events in the Northern Hemisphere

Carmen Alvarez-Castro[1], Cristina Peña-Ortiz[1], David Gallego[1] and Davide Faranda[2,3,4]

[1] Physical, Chemical and Natural Systems Department. Universidad Pablo de Olavide, Seville, Spain
[2] Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE/IPSL), CNRS, Université Paris-Saclay, France.
[3] Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD/IPSL), École Normale Supérieure, PSL Research University, Paris, France.
[4] London Mathematical Laboratory, London, UK

mcalvcas@upo.es

Abstract: Extreme weather and climate events have profound consequences for human well-being, ecosystems, and socio-economic systems. Improving their predictability beyond the short-range forecast horizon remains a major scientific challenge. Among the components of the climate system that contribute to extended-range predictability, the stratosphere plays a prominent role due to its relatively slow evolution and its capacity to exert long-lasting influences on tropospheric circulation.

Recent studies have emphasized the importance of stratospheric dynamics in shaping weather and climate extremes, particularly across the extratropical Northern Hemisphere. Anomalous states of the stratospheric polar vortex—whether weakened or intensified—are often followed by extreme temperature and precipitation events at the surface, positioning the polar vortex as a key mediator between stratospheric variability and surface climate predictability. Although this stratosphere–troposphere coupling has been widely documented, the dynamical mechanisms linking vortex anomalies to surface extremes remain incompletely understood.

Within the framework of the VORTEX project, we apply a methodology grounded in recent advances in dynamical systems theory to investigate the connection between anomalous polar vortex states and extreme surface climate events. This framework allows for a detailed characterization of recurrence behavior, persistence, and predictability associated with vortex-driven extremes, offering a complementary perspective to traditional statistical approaches. By isolating stratospheric circulation patterns with enhanced intrinsic predictability, our results provide new insights for improving sub-seasonal to seasonal prediction systems and for refining the representation of key dynamical processes that govern extreme weather.

Keywords: Polar vortex, Stratosphere–troposphere, extreme events, predictability, Dynamical systems theory

High-resolution regionalized CMIP6 climate change scenarios in the Canary Islands. The SICMA-Canarias platform.

César Paradinas Blázquez[1], Carlos Prado López[1], Lorena Galiano Sánchez[1], Emma Gaitán Fernández[1], Robert Monjo[1], Noelia Cruz Pérez[2], Juan Carlos Santamarta[2]

[1]Climate Research Foundation (FIC), Calle Tremps 11, 28040 Madrid, Spain.
[2]Departamento de Ingeniería Agraria y del Medio Natural.
Universidad de La Laguna (ULL), Tenerife. Spain.

cesar@ficlima.org

Abstract: The Canary Islands constitute one of the most climate-sensitive regions in the North Atlantic, where complex orography, strong altitudinal gradients and the interaction between trade winds, Saharan air intrusions and oceanic influences generate pronounced local climatic contrasts. In the context of climate change, these characteristics amplify the impacts of rising temperatures and heat extremes, with direct implications for ecosystem resilience, water resources and wildfire risk. Robust, high-resolution climate information is therefore essential to support effective adaptation planning and risk assessment in the archipelago.

Within the framework of the SICMA-Canarias project, a comprehensive set of regionalized climate change scenarios has been developed for the Canary Islands, focusing on temperature and precipitation-related variables, which lead to heat extremes and water balance indicators relevant to wildfire risk and water management analysis. The methodology is based on the integration of high-quality observational datasets, ERA5 reanalysis and an ensemble of CMIP6 global climate models, applying a statistically robust downscaling approach (FICLIMA) specifically adapted to the archipelago's complex terrain. The process includes an exhaustive data audit, bias correction and spatial disaggregation to produce daily climate variables at high spatial resolution (100 x 100 m), capturing local-scale variability driven by topography and exposure.

From these regionalized datasets, a suite of climate indicators related to temperature and precipitation events has been derived, including frequency, duration and intensity metrics of heat episodes or evapotranspiration and water availability in the soil. These indicators are generated for a historical reference period and multiple future horizons under different emissions scenarios, allowing for a consistent assessment of climate change signals and associated uncertainties. The resulting products provide spatially explicit information suitable for integration into territorial planning tools. The SICMA-Canarias outputs are delivered through an open-access WebGIS platform, facilitating the visualization, comparison and download of climate variables and indicators for past, present and future conditions. This approach enhances transparency, reproducibility and usability of climate information for public administrations, technical stakeholders and the scientific community. By delivering high-resolution, decision-oriented climate data, SICMA-Canarias contributes to strengthening climate adaptation strategies and improving the anticipation and management of climate risks in the Canary Islands.

Key words: climate change, downscaling, heat extremes, water balance, Canary Islands, CMIP6

Evaluación de la variabilidad de la temperatura en el Sistema Central de la Península Ibérica: un análisis multimodelo y multirresolución

Sara Madera Sánchez[1,3], Fidel González Rouco[2], Elena García Bustamante[1], Jorge Navarro Montesinos[1], Cristina Vegas Cañas[3], Esteban Rodríguez Guisado[4], Juan Carlos Sánchez Perrino[4], Ignacio Prieto Rico[4], Ernesto Rodríguez Camino[5], Rita M. Cardoso Tavares[6], Luana Cardoso dos Santos[6] y Emilio Greciano Zamorano[4]

[1] Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), 28040 Madrid, España.
[2] Instituto de Geociencias, IGEO (CSIC-UCM), 28040 Madrid, España.
[3] Facultad de CC. Físicas, Universidad Complutense de Madrid (UCM), 28040 Madrid, España.
[4] Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), 28040 Madrid, España.
[5] Asociación Meteorológica Española (AME), 28040 Madrid, España.
[6] Instituto Dom Luiz – Universidade de Lisboa (IDL-FCUL), Campo Grande, Ed. C8, 1749-016, Lisboa, Portugal.

sara.madera@ciemat.es

Resumen: Las montañas son regiones particularmente vulnerables al cambio climático, ya que el calentamiento reduce la cobertura de nieve y hielo, amplificando las retroalimentaciones positivas de aumento de temperatura. Estos procesos alteran el ciclo hidrológico y los servicios ecosistémicos, con consecuencias directas para la sociedad. Por estas razones, es importante entender cómo el cambio climático afecta a las zonas montañosas. Sin embargo, la disponibilidad de registros climáticos a largo plazo es limitada en altitudes elevadas, debido a las condiciones meteorológicas adversas, lo que hace el uso de modelos climáticos regionales fundamental para estudiar terreno complejo. El proyecto CIMAs (Climate Research initiative for Iberian Mountain Areas) (http://tifon.igeo.ucm.es/fidel/cimas/theinitiative.html) se centra en el análisis de la variabilidad climática y del impacto del cambio climático en el Sistema Central de la Península Ibérica. El área de estudio es la cadena montañosa más extensa de la península, alcanzando los 2.592 m en su punto más alto (Pico Almanzor), e incluye áreas circundantes de menor altitud. Los datos de CIMAs se recopilan de diversas instituciones de Portugal y España y se usaron para evaluar la precisión de dos modelos climáticos regionales: Los modelos de WRF y HCLIM, a resoluciones horizontales de 4 y 1 km. Ambos están configurados para que resuelvan la convección de forma explícita. Además, los dos modelos se iniciaron con las mismas condiciones de contorno proporcionadas por la simulación de reanálisis ERA5, que también se empleó para evaluar el valor añadido de aumentar la resolución de cada modelo. Los resultados muestran cómo incrementar la resolución mejora la simulación de la temperatura en altitudes elevadas y permite una mejor comprensión de la climatología de la temperatura en esta cadena de montañas. La comparación entre las simulaciones de ERA5, WRF y HCLIM con las observaciones muestra diferencias en la climatología, en el comportamiento de los extremos y del error con respecto a las observaciones.

Palabras clave: Deben indicarse entre tres y cinco palabras clave separadas por comas.

Sensibilidad de la Amplificación Ártica a los cambios en la termodinámica e hidrología en el MPI-ESM

Nagore Meabe-Yanguas[1,2], Fidel González-Rouco[1], Félix García-Pereira[1], Álex Martínez-Vila[1], Philipp de Vrese[3], Johann Jungclaus[3] y Stephan, Lorenz[3]

[1] Instituto de Geociencias (CSIC-UCM), IGEO, Madrid, España
[2] Universidad Complutense de Madrid (UCM), Madrid, España
[3] Instituto Max Planck de Meteorología (MPI), Hamburgo, Alemania

nmeabe@ucm.es

Resumen: Se prevé que el calentamiento global tenga un impacto más fuerte en el Ártico que en el resto del planeta, no solo debido a las interacciones entre el hielo marino, la nieve y la radiación, sino también por la presencia del permafrost. Estos suelos almacenan grandes cantidades de carbono, que, si se descongelan, pueden afectar al ciclo del carbono y la hidrología del suelo. Por lo tanto, representar con precisión los procesos hidro-termodinámicos del suelo es esencial para simular de forma realista el cambio climático en el Ártico. Sin embargo, las limitaciones en la representación de los procesos del suelo y la resolución en los modelos de superficie terrestre (LSM) dentro de los modelos del sistema terrestre (ESM) dan lugar a grandes incertidumbres, por ejemplo, dejando sin aclarar si el Ártico se volverá más húmedo o más seco con el calentamiento futuro. En este estudio, se utiliza una versión modificada del ESM del Instituto Max Planck de Meteorología (MPI-ESM) en la que se han mejorado los procesos termodinámicos e hidrológicos clave, especialmente en las regiones de permafrost. Mediante el ajuste de los parámetros del modelo, se generan dos configuraciones idealizadas que crean condiciones de suelo más húmedas y más secas en las regiones de permafrost y que permiten comprobar la sensibilidad a la termodinámica y la hidrodinámica del suelo y las implicaciones de estas para el clima Ártico. A partir de estas configuraciones, se genera un conjunto de simulaciones que cubre el período histórico (1850-2014) y se extiende hasta el año 2300 en múltiples escenarios de cambio climático.

Los resultados muestran que las diferencias en la hidrología del suelo ártico influyen en la partición de energía superficial y, en consecuencia, a la extensión del permafrost, la temperatura cerca de la superficie, la capa de nieve y la fracción de hielo marino. Los cambios en la humedad del suelo modifican el estado climático de fondo y la intensidad de las retroalimentaciones relacionadas con la nieve y el hielo marino. Esto altera el gradiente latitudinal de temperaturas, con implicaciones para la amplificación Ártica y la circulación atmosférica en el Hemisferio Norte.

Palabras clave: cambio climático, amplificación ártica, modelización climática

Statistical Analysis of Sea Breeze over Complex Terrain with the Meso-NH model and CERRA Reanalysis

Alex Serra[1,2], Aina Maimó-Far[3] and Maria Antònia Jiménez2

[1] Applied Physics Deparment, Marine and Environmental Sciences Faculty, INMAR, CEIMAR, University of Cádiz, Spain
[2] Universitat de les Illes Balears, Spain
[3] School of Mathematics and Statistics, University College Dublin, Ireland

alex.serra@uib.cat; mantonia.jimenez@uib.cat; aina.maimofar@ucd.ie

Abstract: The characteristics of sea breeze (SB) depend primarily on the land–sea temperature difference, while coastline geometry, synoptical wind and terrain complexity further modulate its development. In regions with heterogeneous surfaces, these factors influence inland penetration and favour interactions with other circulations. Studying SB behaviour typically relies on observations or mesoscale model outputs, but complex environments often require resolutions close to 1km or finer to adequately capture surface variability.

This work analyses SB over Mallorca using the CERRA reanalysis (1984–2024). First, its ability to represent SB at high spatial resolution is evaluated: CERRA reproduces the main features of SB, showing good agreement with a very high-resolution (250 m) Meso-NH simulation performed during a representative SB episode. The reanalysis captures the progression of the SB fronts across the island's main basins and the associated inland convergence in its centre.

Using the complete CERRA period, the analysis quantifies the spatiotemporal scales of SB in Mallorca and examines the interaction between fronts and the organization of the central convergence zone. The results provide a consistent picture of the typical timing, extent and variability of the circulation.

Keywords: Sea breeze, Complex terrain, Meso-NH model, CERRA reanalysis, Convection, Convergence zone.

Impacto de la minería en el retroceso glaciar en la Cordillera Blanca, Perú

Cristian Paul Vigo Baylon, Jairo Lima Díaz y Aldo Moya

Universidad Nacional Agraria La Molina

20220661@lamolina.edu.pe; 20220625@lamolina.edu.pe; amoya@lamolina.edu.pe

Resumen: La criosfera tropical de la Cordillera Blanca presenta tasas de ablación que no se explican únicamente por la variabilidad climática regional. En este contexto, se evaluó el rol de la deposición atmosférica de Partículas Absorbentes de Luz (LAPs) asociadas a actividades mineras como factor adicional de forzamiento radiativo sobre los glaciares Yanamarey y Yanapaccha.

Se integró un enfoque multiescalar: (i) análisis multitemporal de imágenes Landsat (2000–2025) para cuantificar la variación del área glaciar; (ii) evaluación del balance de masa y su cambio relativo anual; (iii) modelamiento de trayectorias y dispersión atmosférica mediante HYSPLIT para establecer la conectividad fuente–receptor entre el complejo minero Antamina y la cuenca del Yanamarey; y (iv) muestreo in situ de nieve/hielo en ocho puntos por encima de 5100 msnm, con cuantificación de LAPs mediante los equipos LAHM y CarbonoLux y determinación de metales traza en laboratorio.

Los registros satelitales y glaciológicos evidencian una reducción sostenida del área glaciar acoplada a un balance de masa persistentemente negativo, alcanzando un déficit crítico de −135 cm w.e. en 2021. El modelamiento atmosférico muestra que las masas de aire provenientes de la zona minera superan la barrera orográfica y cubren de manera recurrente la zona de ablación del Yanamarey a lo largo del ciclo diurno. Las mediciones in situ, indican en Yanamarey una carga de LAPs 152% superior respecto al glaciar control. Paralelamente, el enriquecimiento de Cadmio (+266%) y Arsénico (+215%) configura una firma geoquímica consistente con sulfuros polimetálicos, descartando un origen litogénico natural y asociando la deposición a emisiones extractivas. La convergencia entre evidencia satelital, glaciológica, atmosférica y geoquímica demuestra que la deposición de aerosoles mineros intensifica el desbalance energético superficial y acelera las tasas de ablación más allá del forzamiento climático regional. Estos hallazgos aportan insumos técnicos para la gestión del riesgo ambiental en cuencas de origen glaciar, donde la calidad y disponibilidad del recurso hídrico condicionan dinámicas ecosistémicas y humanas aguas abajo.

Palabras clave: Partículas absorbentes de luz (LAPs), retroceso glaciar, HYSPLIT, Cordillera Blanca, actividades antropogénicas

Evento extremo frío-húmedo de diciembre de 1944 en el sureste de la península ibérica: caracterización y comparación con eventos análogos

Amar Halifa-Marín[1,2], Carlos Calvo-Sancho[3], Marcos Gil-Guallar[2,4], Alejandro Royo-Aranda[1,2], Javier Vela-Tambo[1,2,5], Maria Adell-Michavila[1,2], Miguel Ángel Torres-Vázquez[6], Magí Franquesa[1,2], Marc Lemus-Canovas[7], Fernando Domínguez-Castro[1,2], Borja Latorre[2,4], Ahmed El Kenawy[1,2], Santiago Beguería[2,4] and Sergio M. Vicente-Serrano[1,2]

[1] Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IPE–CSIC), Zaragoza, España
[2] Laboratorio de Climatología y Servicios Climáticos (LCSC), CSIC-Universidad de Zaragoza, España
[3] Centro de Investigaciones sobre Desertificación, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIDE, CSIC-UV-Generalitat Valenciana), Moncada, Valencia, España
[4] Estación Experimental de Aula Dei, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (EEAD-CSIC), 50059 – Zaragoza, España
[5] Worcester Polytechnic Institute, Worcester, Massachusetts, EEUU
[6] Environmental Remote Sensing Research Group, Department of Geology, Geography and Environment, Universidad de Alcalá, Calle Colegios 2, Alcalá de Henares 28801, España
[7] Center for Climate Change and Transformation, Eurac Research, Bolzano-Bozen, 39100, España

amar.halifa@ipe.csic.es

Resumen: Los eventos de precipitación extrema (EPE) constituyen una de las manifestaciones más impactantes del tiempo severo en el Mediterráneo occidental; sin embargo, su evolución a largo plazo cuando concurren con condiciones anómalamente frías y nevadas sigue siendo poco conocida. Este estudio analiza un episodio excepcional frío-húmedo que afectó a la cuenca del río Segura (sureste de la península ibérica) a finales de diciembre de 1944, integrando fuentes documentales, observaciones instrumentales y datos de reanálisis. El 25 de diciembre de 1944, la precipitación superó el percentil 99 del registro instrumental, mientras que la temperatura máxima se mantuvo por debajo del percentil 5 durante todo el episodio, dando lugar a la ocurrencia simultánea de inundaciones y nevadas intensas. Además de caracterizar dicho evento, analizamos análogos de circulación para evaluar cómo han evolucionado los EPE comparables a este evento en el período 1940–2021 en términos de frecuencia, intensidad de la precipitación y condiciones termodinámicas.

Como hallazgos principales, no se detectan cambios significativos a largo plazo en la frecuencia de estos episodios. No obstante, los eventos análogos del período 1982–2021 muestran un incremento estadísticamente robusto tanto en la precipitación total como en la precipitación máxima diaria. Esta

intensificación de la precipitación coincide con un calentamiento significativo, identificado tanto en observaciones de temperatura como en reanálisis. Nuestros resultados apuntan a que estas alteraciones probablemente producen modificaciones de la ratio nieve-precipitación, con reducciones sustanciales del espesor nival precipitado. Como consecuencia, inferimos que la ocurrencia de un evento similar en el presente podría tener una menor extensión de área bajo nevada, con implicaciones relevantes para la generación de avenidas, el almacenamiento de agua y la gestión del riesgo en cuencas mediterráneas, Asimismo, este estudio destaca el valor de integrar fuentes documentales con marcos modernos de atribución para mejorar la comprensión de eventos extremos históricos en un contexto de cambio climático.

Palabras clave: precipitación extrema, nieve, DANA, análogos.

Monitoring coastal ecosystems using Remote sensing data: Sentinel-1 and Sentinel-2.

Ingrid Cárdenas and Ana Bio

CIIMAR/CIMAR LA, Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research, University of Porto, 4450-208 Matosinhos, Portugal

icardenas@ciimar.up.pt; anabio@ciimar.up.pt

Abstract: Coastal ecosystems, such as coastal lagoons, mangroves, and river systems, provide essential ecological services but are increasingly threatened by climate change and human activities. Therefore, effective monitoring of these environments at both spatial and temporal scales is crucial. This study seeks to evaluate the potential of combining multispectral images from Sentinel-1 and synthetic aperture radar (SAR) data from Sentinel-2 to monitor the dynamics of aquatic ecosystems.

The underlying hypothesis is that integrating radar and optical satellite data improves the characterization of aquatic ecosystems compared to using single-sensor approaches. Two contrasting case studies were analysed: the Ria Formosa coastal lagoon in southern Portugal and mangrove ecosystems in Africa, covering a ten-year period from 2015 to 2025.

Sentinel-1 SAR data were used to assess surface roughness, water extent, and flood dynamics, particularly in environments influenced by tidal processes or seasonal flooding. Sentinel-2 optical imagery was used to obtain spectral indices related to vegetation status, land cover, and water properties. Index calculations were then used in temporal analyses to identify spatial and seasonal patterns within the studied ecosystems.

This exercise, represents the initial stage of a doctoral research project focused on coastal ecosystem monitoring. The research is expected to be complemented by advanced classification methods using high-resolution (UAV) imagery and in situ validation. The results demonstrate the potential of freely available multi-sensor remote sensing data as a valuable tool for long-term monitoring and sustainable management of diverse aquatic ecosystems.

Keywords: Remote sensing, Sentinel-1, Sentinel-2, coastal ecosystems, environmental monitoring.

The DOWNBURST MXO: a real-time downburst monitoring service in eastern Spain

Cesar Azorin-Molina[1], Carlos Calvo-Sancho[1], Francisco Granell[1], Jose Gomez-Reyes[1], Andrés Barrio-Martín[1], Nuria P. Plaza-Martín[1], Marcos Martínez-Roig[1], Andreas F. Prein[2], Sergio M. Vicente-Serrano[3], Luis Gimeno[4], Raquel Nieto[4], Deliang Chen[5], Tim R. McVicar[6], Zhenzhong Zeng[7], A. Pirooz7 and J.J. González-Alemán[9]

[1] Centro de Investigaciones sobre Desertificación, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIDE, CSIC-UV-Generalitat Valenciana), Climate, Atmosphere and Ocean Laboratory (Climatoc-Lab), Moncada, Valencia, Spain
[2] Departamento de Matemática Aplicada, Escuela de Ingeniería Informática, Universidad de Valladolid, Segovia, Spain
[3] Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IPE-CSIC), 50059 – Zaragoza, Spain.
[4] Centro de Investigación Mariña, Universidade de Vigo, Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Ourense, Spain
[5] Department of Earth System Science, Tsinghua University, Beijing 100084, People's Republic of China
[6] CSIRO Environment, GPO Box 1700, Canberra, Australia.
[7] School of Environmental Science and Engineering, Southern University of Science and Technology Shenzhen China.
[8] National Institute of Water and Atmospheric Research, Auckland, New Zealand
[9] Departamento de Desarrollo y Aplicaciones, Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Madrid, España.

cesar.azorin@csic.es

Abstract: In the framework of the DOWNBURST project, here we present the first real-time downburst monitoring service in eastern Spain. Downbursts are strong winds that descend from a thunderstorm and spread out quickly once they hit the ground. These extreme winds are one of the most damaging natural events and can reach the force and produce damages similar to tornados. Downbursts are challenging to detect in real-time because of their sudden onset, isolated and short-lived behaviour.

The DOWNBURST MXO is a monitoring service based on the Valencian Meteorological Society (AVAMET), a distinctive network of weather stations in eastern Spain featuring extensive spatial coverage (over 750 stations) and high temporal resolution (10-minute intervals, with 3-second wind gust measurements), all while maintaining high data quality by citizen science weather observers. The service operates using an algorithm that continuously reads 10-minute data and automatically identifies whether a downburst is occurring based on sudden changes in reference variables such as strong winds accompanied by changes in air temperature, humidity, precipitation, and/or atmospheric pressure. Where established criteria are fulfilled, the Downburst MXO web application marks the location with a symbol that alarms the downburst occurrence.

In addition, the monitoring service alerts the station owner, allowing them to verify the event. The service also collects different data about downburst events, such as the location (coordinates), time, duration, type (microbursts, macrobursts; wet and dry downbursts; and heatbursts), impacts (tree falls, damages in structures, etc.), among other information. Along with the automated data collection, the web-based app incorporates many key data-gathering functions such as uploading images (pictures and movies), audio and a description of the event. Each recorded event is in turn verified by the DOWNBURST project research team and becomes part of a downburst database.

In a warming climate, these straight-line winds are expected to increase in intensity and frequency. Consequently, this real-time downburst monitoring service provides alerts for areas experiencing downbursts and early-warnings to vicinity areas.

Key words: downbursts, citizen science, web-based application

Acknowledgements: This study forms part of the GVA PROMETEO Ref. CIPROM/2023/38 for Excellence Research Groups. The research also received support from the ThinkInAzul programme and was supported by MICIU with funding from European Union NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) and by Generalitat Valenciana; project GVA-THINKINAZUL/2021/018: the PTI Clima - Spanish CSIC; and RED-CLIMA 2. CSIC. Ref. LINCG24042.

Concentración diaria de la precipitación en la provincia de Alicante (1981-2020): análisis espacial y dinámicas atmosféricas asociadas

Esther Sánchez-Almodóvar[1], Javier Martin-Vide[2], Javier Martí-Talavera[3] y Jorge Olcina-Cantos[4]

[1] Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Universidad de Alicante
[2] Laboratori de Climatologia, Departament de Geografia, Facultat de Geografia i Història, Universitat de Barcelona
[3] Instituto Interuniversitario de Geografía, Laboratorio de Climatología. Universidad de Alicante
[4] Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Universidad de Alicante

esther.sanchez@ua.es; jmartinvide@ub.edu; javier.marti@ua.es; jorge.olcina@ua.es.

Resumen: La precipitación en la región mediterránea, caracterizada por su variabilidad anual y concentración en eventos de alta intensidad, es un factor clave en la planificación territorial y gestión de la escorrentía en áreas urbanas, particularmente en la costa mediterránea española. Este estudio se enfoca en la provincia de Alicante, aplicando el índice de concentración de la precipitación diaria (Concentration Index, CI) en 21 observatorios para analizar la irregularidad, intensidad y erosividad de las lluvias. Además, se examinan las situaciones sinópticas y las trayectorias de las masas de aire en días de precipitación torrencial, utilizando el modelo HYSPLIT. Los resultados revelan valores extremos del CI entre 0.58 en el interior de la provincia y 0.71 en la zona prelitoral sur, destacando un valor de 0.68 en la ciudad de Alicante. En promedio, el CI se establece en 0.65, lo que indica que el 25% de los días con mayor lluvia concentran alrededor del 75% de la precipitación total, mientras que el 10% de los días representan el 45% del total. En cuanto a la procedencia de masas de aire, el resultado más relevante se atribuye, en altura (500 hPa), a las provenientes del norte de África con especial atención en los periodos finales de su trayectoria con flujos del este en superficie.

Palabras clave: índice de concentración, precipitación diaria, cambio climático, provincia de Alicante

RSOTC – Un servicio para monitorizar el estado del clima a nivel regional

Antonio Pérez Velasco[1], Markel García Diez[1], Juan José Velasco Horcajada[1], Daniel San Martín Segura[1] y Pablo Orviz Fernández[2]

[1] Predictia Intelligent Data Solutions SL, Santander, España
[2] Instituto de Física de Cantabria (CSIC - Univ. de Cantabria), Santander, España.

aperez@predictia.es

Resumen: Este trabajo presenta el desarrollo e implementación de un servicio web para la monitorización del estado del clima a escala regional en Europa, denominado Regional State of the Climate (RSOTC). El objetivo principal es proporcionar información climática fiable, actualizada y fácilmente accesible a escalas socio-políticas intermedias, con el fin de apoyar el análisis climático regional y la toma de decisiones. El proyecto surge ante la necesidad de complementar los informes climáticos tradicionales, habitualmente centrados en áreas extensas, con productos orientados a regiones administrativas de menor escala y alineados con los principios FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable).

El enfoque metodológico abarca toda la gestión del dato climático, desde la obtención y el procesamiento de la información hasta su distribución y visualización. El sistema se basa en el uso de datos climáticos de reanálisis y una herramienta de procesamiento automatizada y reproducible, que genera series temporales agregadas espacialmente para las regiones europeas definidas por la clasificación NUTS, cubriendo distintos niveles administrativos. El conjunto de datos incluye variables climáticas fundamentales, como la temperatura del aire, la precipitación y la velocidad del viento, así como un amplio conjunto de índices climáticos relacionados con extremos térmicos y de precipitación, calculados a escalas anual, estacional y mensual. La actualización periódica de estos productos permite un seguimiento casi en tiempo real de la evolución climática regional. Los datos se distribuyen en formatos orientados al análisis científico y se ponen a disposición de los usuarios garantizando su interoperabilidad y reutilización. Sobre esta base se ha desarrollado un panel web interactivo que permite la exploración visual por región de series temporales, mapas y diagramas.

Como resultado, RSOTC constituye un servicio climático operativo que ofrece una visión del estado y la evolución reciente del clima a escala regional en Europa, facilitando la identificación de tendencias climáticas y su integración con políticas públicas. Este proyecto ha sido financiado por la primera convocatoria abierta del proyecto OSCARS, en el marco del programa Horizonte Europa de la Unión Europea (acuerdo No. 101129751).

Palabras clave: servicio, monitorización, clima, regional, FAIR

Monitorización de la nubosidad en el Portal de Cambio Climático del Gobierno de Canarias con datos Sentinel-2 y técnicas de Inteligencia Artificial

Juan Carlos González[1], Jose Julio Rodrigo[2], Igor Vázquez[3], Airam Amador[4] y Daniel Acosta[5]

[1] Geógrafo - analista de datos del Departamento de Difusión y Asistencia Técnica, Cartográfica de Canarias, S.A. (GRAFCAN)
[2] Responsable del Departamento de Ingeniería, Cartográfica de Canarias, S.A. (GRAFCAN)
[3] Analista de datos ambientales del Departamento de Dirección Técnica, Cartográfica de Canarias, S.A. (GRAFCAN)
[4] Geógrafo - analista de datos del Departamento de Proyectos y Callejero, Cartográfica de Canarias, S.A. (GRAFCAN)
[5] Especialista en Inteligencia Artificial del Departamento de Ingeniería, Cartográfica de Canarias, S.A. (GRAFCAN)

jcgonzalez@grafcan.com; jrodrigo@grafcan.com; ivazrod@grafcan.com; aamagon@grafcan.com; dacoher@grafcan.com

Resumen: El objeto de la presente investigación es la monitorización precisa de la cobertura nubosa en el archipiélago canario para su integración en el Portal de Cambio Climático del Gobierno de Canarias (https://cambioclimatico.sitcan.es/) liderado por la Consejería de Transición Ecológica y Energía, a través del Servicio de Cambio Climático e Información Ambiental. El estudio parte de la hipótesis de que es posible revalorizar las máscaras de nubes, tradicionalmente utilizadas para el descarte de píxeles en teledetección, transformándolas en una variable climática continua mediante el uso combinado de Inteligencia Artificial (IA) y datos espectrales de alta resolución. La metodología desarrollada se centra en la creación del algoritmo CloudsHR. Este proceso fusiona una máscara de segmentación de tres clases (suelo, nube ligera, nube densa) obtenida mediante Deep Learning, con la información espectral del satélite Sentinel-2. El flujo de trabajo incluye un suavizado gaussiano, una corrección atmosférica y una normalización final que genera un índice de nubosidad en una escala normalizada con valores de 0 a 100. Todo el procedimiento se ha integrado en una cadena de procesamiento automatizada que aplica redes neuronales convolucionales para mejorar la alineación y resolución espacial de los datos de partida. Las fuentes empleadas abarcan la serie histórica de imágenes del satélite Sentinel-2 (Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea - Copernicus) desde 2016 hasta 2024, lo que garantiza una base de datos robusta y de alta revisita temporal. Los resultados más destacados demuestran la capacidad del sistema para generar series temporales de alta resolución que discriminan eficazmente la densidad de la nubosidad, superando las limitaciones de los algoritmos de umbralización clásicos en escenarios de nubes dispersas. Se han obtenido agregados estadísticos mensuales y anuales por islas, permitiendo identificar patrones locales vinculados al relieve canario. Si bien se requiere de una serie temporal más extensa para confirmar tendencias climáticas a largo plazo con significancia estadística, los datos actuales validan la herramienta como un sistema operativo de vanguardia para la vigilancia continua y la toma de decisiones frente al cambio climático.

Palabras clave: Sentinel-2, Inteligencia Artificial, Nubosidad, Cambio Climático, Teledetección.

Análisis de la variabilidad espacial de la precipitación en el Noreste Argentino a partir de redes de medición convencionales y no convencionales

Raúl Andrés Durán[1] , Federico A. Robledo[2,3,4], Leandro B. Díaz[2,3,4]

[1] Servicio Meteorológico Nacional (SMN)
[2] Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO). Buenos Aires, Argentina.
[3] CONICET – Universidad de Buenos Aires. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA). Buenos Aires, Argentina.
[4] Instituto Franco-Argentino de Estudios sobre el Clima y sus Impactos (IFAECI) – IRL 3351 – CNRS-CONICET-IRD-UBA. Buenos Aires, Argentina.

rduran@smn.gob.ar; federicocharlier@gmail.com; ldiaz@cima.fcen.uba.ar

Resumen: la precipitación es una variable esencial del sistema climático y, al mismo tiempo, una de las más difíciles de medir y representar espacialmente con precisión, especialmente en regiones con escasa cobertura de redes oficiales. Esta investigación analiza la variabilidad espacio-temporal de la precipitación en el noreste de Argentina, con foco en el Departamento Bermejo (Chaco), mediante la integración de observaciones instrumentales y satelitales.

Se utilizaron tres fuentes de información complementarias: estaciones convencionales (EC) del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), estaciones no convencionales (ENC) pertenecientes a una red comunitaria coproducida en el marco del proyecto internacional CLIMAX, y estimaciones satelitales ajustadas con observaciones en superficie mediante el producto SQPE-OBS del SMN. Se evaluó la coherencia entre fuentes a escala estacional utilizando métricas de desempeño (Bias, RMSE y correlación de Pearson) y comparaciones de promedios regionales, para el período 2018–2023.

Los resultados revelan una marcada heterogeneidad espacial y temporal de la precipitación, con diferencias significativas entre estaciones próximas, especialmente en eventos convectivos intensos. Se destaca que las ENC logran capturar esta variabilidad local con una fiabilidad comparable a las series de referencia oficiales. Por su parte, el SQPE-OBS mostró una alta consistencia con los promedios regionales, aunque persiste la subestimación en eventos extremos. Este estudio destaca la importancia de combinar observaciones convencionales, comunitarias y satelitales para mejorar el monitoreo hidrometeorológico en regiones con baja densidad de observación. Asimismo, ofrece un marco metodológico replicable para validar y complementar fuentes de información heterogéneas, fortaleciendo la capacidad de análisis climático a escala regional.

Palabras clave: precipitación estacional, variabilidad climática, observaciones instrumentales, redes comunitarias, SQPE-OBS, noreste argentino.

Detección y corrección del efecto fin de semana en series diarias de precipitación

José Antonio Guijarro Pastor

Retirado de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y miembro asociado del Expert Team on Data Development and Stewardship de la OMM

jaguijarro21@gmail.com

Resumen: Las observaciones manuales de precipitación se han realizado tradicionalmente midiendo el agua acumulada en pluviómetros Hellmann o similares. Esto implica que, cuando el observador no ha podido realizar la lectura durante uno o más días consecutivos, la siguiente medida incluirá la precipitación total de esos días. Cuando el observador informa de estos incidentes, a las observaciones faltantes se les puede asignar un código de acumulación en la serie de precipitación (-4 en la Base Nacional de Datos Climatológicos de AEMET) para que quede constancia de ello.
El problema radica en que estas acumulaciones impiden la correcta evaluación de parámetros estadísticos como la precipitación máxima diaria o el número de días con precipitaciones superiores a determinados umbrales. La función homogen del paquete de R climatol provee una solución cuando se ejecuta asignando al parámetro cumc el valor del código de acumulación utilizado. De esta manera, homogen redistribuirá la precipitación acumulada entre los días marcados con cumc proporcionalmente a los valores estimados a partir de estaciones cercanas. Si bien estos valores calculados no sustituirán a los códigos de acumulación en la base de datos, facilitarán el cálculo de los mencionados parámetros estadísticos.

Sin embargo, en ocasiones, en algunas estaciones colaboradoras las observaciones pueden omitirse sistemáticamente durante los fines de semana sin notificarlo, con lo que aparecerán como ceros en las series digitalizadas. Para detectar estos eventos, se ha añadido la función weekendaccum a la versión 4.3-1 de climatol. Esta función calcula, estación por estación y año por año, la diferencia entre la frecuencia relativa de precipitación cero de cada día laborable y la media de dichas frecuencias en los 1, 2 y 3 días anteriores. Si esta diferencia supera un umbral vinculado a un nivel de significación predefinido (0,01% por defecto), a los días precedentes se les asignará el código de acumulación cumc (-1 por defecto) si y solo si la precipitación de todos esos días es cero. Esto permitirá que la posterior aplicación de la función homogen con el mismo código cumc redistribuya las precipitaciones acumuladas en los días correspondientes, mejorando la obtención de distintos parámetros estadísticos de esas series.

Palabras clave: Redistribución, precipitación acumulada, fin de semana.

Saharan Dust Intrusions over the Subtropical North Atlantic: Climatology and Atmospheric Drivers

A. Barreto[1,2], R. D. García[3,1], A. F. Almansa[4,1], P. González-Sicilia[3,1], O. Álvarez[3,1], Y. González[4,1], M. Yela[5] and V. E. Cachorro[2]

[1] Izaña Atmospheric Research Center (IARC), State Meteorological Agency (AEMET), Santa Cruz de Tenerife, Spain.
[2] Group of Atmospheric Optics, University of Valladolid, Valladolid, Spain.
[3] TRAGSATEC, Madrid, Spain
[4] Cimel Electronique, Paris, France
[5] Dept. of Earth Observation and Space Science, National Institute for Aerospace Technology (INTA), Madrid, Spain

abarretov@aemet.es

Abstract: Each year, large-scale dust events originating from Africa commonly cross the Subtropical North Atlantic (SNA), carried by the Saharan Air Layer (SAL) as it moves off the African continent. The characteristics of this transport, including the altitude, composition, and aerosol load of the dust-laden layer, display a marked seasonal variability. To identify these dust outbreaks over the SNA, an operational algorithm has been developed that leverages Aerosol Optical Depth (AOD) measurements from two AERONET stations in Tenerife (Canary Islands, Spain): Santa Cruz de Tenerife (52 m a.s.l.) and the Izaña High-Altitude Observatory (2400 m a.s.l.). More than a decade of observations from these sites will be used to generate a climatology of Saharan dust events over Tenerife, providing insight into potential trends and seasonal/intraseasonal variations. This paper also statistically analyses the meteorological patterns and climate mechanisms driving the Saharan mineral dust exports into the subtropical North Atlantic and using different climate indexes.

Keywords: Dust, AOD, climatology, climate indexes.

Evolución de los climas de Thorthwaite en España desde 1951

Belinda Lorenzo Mariño y Andrés Chazarra Bernabé

Agencia Estatal de Meteorología

blorenzom@aemet.es; achazarrab@aemet.es

Resumen: En este estudio se analiza la evolución temporal de los tipos de clima en España según la clasificación de Thorthwaite durante el periodo 1951-2020, usando rejillas de temperatura y precipitación mensuales de alta resolución (celdas de 1 km). Se muestran y se comparan los mapas de la clasificación climática obtenidos para periodos sucesivos de 30 años, y se analiza la evolución temporal de cada tipo de clima en España, poniéndose de manifiesto una expansión progresiva de los climas áridos y un retroceso de los fríos. Finalmente, se comparan los resultados con los obtenidos en estudios anteriores en los que se utilizaba la clasificación climática de Köppen-Geiger.

Palabras clave: clasificaciones climáticas, Thorthwaite, Köppen, sistemas de información geográfica.

Clasificación climática de Thorthwaite actualizada para España (1991-2020)

Andrés Chazarra Bernabé y Belinda Lorenzo Mariño

Agencia Estatal de Meteorología

achazarrab@aemet.es; blorenzom@aemet.es

Resumen: A pesar de tratarse de una de las clasificaciones climáticas más conocidas y citadas en los tratados de Climatología, y de su amplio uso en Norteamérica, la clasificación de Thorthwaite apenas ha sido utilizada hasta ahora en Europa para definir y delimitar los distintos tipos de clima. La relativa complejidad de su cálculo y su difícil interpretación, debida al elevado número de tipos de clima que resultan, han motivado que tradicionalmente los climatólogos europeos hayan preferido el uso de la clasificación de Köppen, la cual describe de una manera satisfactoria y sencilla los principales tipos de clima a escala global. Sin embargo, cuando se aplica la clasificación de Köppen a una escala mucho más detallada, como ocurre cuando se generan rejillas de alta resolución para España, se observa que algunas áreas con características climáticas diferentes poseen el mismo tipo de clima de Köppen, poniéndose en evidencia las limitaciones de esta clasificación para estudios de alta resolución espacial. En el presente trabajo se aplica la clasificación de Thorthwaite al territorio español utilizando rejillas de temperatura y precipitación medias mensuales de alta resolución (celdas de 1 km) para el periodo 1991-2020, y se comparan los resultados con los obtenidos con la clasificación de Köppen. Así mismo, se analiza la posibilidad de simplificar la clasificación de Thorthwaite para facilitar su interpretación en el territorio español, y se propone su uso para evaluar la evolución histórica de los climas de Thorthwaite en España, la cual se analiza en un segundo trabajo en el presente congreso.

Palabras clave: clasificaciones climáticas, Thorthwaite, Köppen, sistemas de información geográfica.

Aportaciones y desaciertos en los estudios de las islas de calor urbanas en México: 1963-2025

Adalberto Tejeda-Martínez[1], Irving R. Méndez Pérez[2], René Rafael Gómez-Díaz[1] y Elda Luyando-López[3]

[1] Grupo de Climatología Aplicada de la Universidad Veracruzana, 91090 Xalapa, Veracruz, México
[2] Centro de Ciencias de la Tierra de la Universida Veracruzana, 91090 Xalapa, Veracruz, México
[3] Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 Ciudad de México

atejeda.martinez@gmail.com; menpez@gmail.com; renedg03@gmail.com; eluyando@yahoo.com

Resumen: Durante el XIII Congreso de la Asociación Española de Climatología (San Lorenzo del Escorial, España, enero de 2025) fue presentado un análisis preliminar sobre el desarrollo de la climatología urbana en México mediante dos comunicaciones: "Evolución de la climatología urbana en México 1791-2024: panorámica" y "Evolución de la climatología urbana en México 1791-2024: islas de calor y balance de energía". La presente comunicación profundiza en los estudios sobre la isla de calor en México, analizando cerca de 150 publicaciones aparecidas en las últimas seis décadas. Evalúa sus aportaciones y desaciertos, siguiendo una metodología que parte del sistema de búsquedas bibliográficas, clasifica los trabajos en términos de las urbes a que están dedicados, el rigor de los métodos aplicados, el nivel altitudinal a que corresponden, la representatividad del periodo de mediciones o de modelación, la vigencia de los problemas que la publicación plantea, y la pertinencia de sus hipótesis, conceptos y referencias bibliográficas. Los resultados muestran que en un 50% los estudios publicados han sido rigurosos. Sobre el otro 50% se detectan como principales deficiencias: la confusión de la isla de calor superficial con las del dosel urbano y de la capa límite; la inferencia de resultados a partir de periodos de monitoreo insuficientes, y la hipótesis, en varios casos no demostrada, de que las islas de calor constituyen problemas ambientales severos. En cuanto a la evolución histórica, destaca que durante las dos décadas recientes la aplicación de sensores remotos está propiciando un auge. de las detecciones de la isla de calor superficial, y que empiezan a aparecer estudios basados en la modelación computacional, pero todavía de manera incipiente. Como colofón de esta comunicación, se presenta un decálogo de recomendaciones para los estudios futuros sobre las islas de calor en México.

Palabras clave: Isla de calor urbana, México, revisión bibliográfica, rigor metodológico

Alargamiento del verano en España: cambios y tendencias temporales en su inicio, final y duración (1953-2022)

David Corell[1], Eduardo Agosta[2], María José Estrela[1], Juan Javier Miró[3] y David Orgambides-García[1]

[1] Departamento de Geografía. Universidad de Valencia
[2] Departamento de Ecología Integral. Conferencia Episcopal Española
[3] Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Universidad de Alicante

david.corell@uv.es; majoesna@uv.es; ecologiaintegral@conferenciaepiscopal.es; jj.miro@ua.es; daorgar@alumni.uv.es

Resumen: El objetivo principal de este trabajo es analizar la evolución temporal de la extensión de los veranos en España. Para ello, se estudian los cambios en el inicio, el final y la duración del periodo estival en la España peninsular, las islas Baleares y las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla durante el periodo 1953-2022. El análisis se basa en datos diarios de temperatura máxima procedentes de 3794 estaciones meteorológicas de la Agencia Estatal de Meteorología. El inicio y el final del verano se determinaron mediante umbrales térmicos fijos definidos a partir del percentil 75 del ciclo climatológico diario de la temperatura máxima (periodo de referencia 1961-1990), siguiendo una metodología basada en la persistencia de rachas de días consecutivos. Las tendencias temporales se analizaron mediante el test no paramétrico de Mann-Kendall modificado y su magnitud se estimó mediante la pendiente de Sen. Los resultados muestran un adelanto estadísticamente significativo del inicio del verano en la mayor parte del territorio, con una señal espacialmente homogénea y más acusada en el norte y este peninsular, con un desplazamiento medio hacia fechas más tempranas de aproximadamente 2.4 días por década. El final del verano presenta, en conjunto, un retraso estadísticamente significativo, aunque con una señal espacial más heterogénea, con un desplazamiento medio hacia fechas más tardías del orden de 1.2 días por década. Como consecuencia de ambos procesos, la duración media del verano en España se ha incrementado 25 días durante el periodo analizado.

Palabras clave: extensión del verano, tendencias, cambio climático.

Efecto del cambio de precisión en los registros meteorológicos sobre el cálculo de percentiles elevados

Elsa Barrio-Torres[1], Zeus Gracia-Tabuenca[1], Jesús Asín[1], Eva Sierra[2], Brunilda Palacio[2], Roberto Serrano-Notivoli[3]

[1]Dpto. Métodos Estadísticos, Universidad de Zaragoza
[2]Delegación de Aragón, AEMET
[3]Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza

e.barrio@unizar.com

Resumen: Se analiza el impacto que tienen los cambios en la precisión de los registros de estaciones meteorológicas atendidas por observadores sobre la estimación de la distribución de probabilidad de la precipitación diaria. La metodología se basa en un diseño experimental en el que se comparan los percentiles estimados a partir de una serie de referencia (de máxima calidad) con los obtenidos tras distorsionar dicha serie bajo distintas condiciones de precisión y de umbral mínimo de registro. Además, se evalúa cómo afecta este proceso a los percentiles derivados de series de AEMET que presentan valores distintos del Índice de Precisión del Registro (RPI).

Palabras clave: RPI Índice de precisión, distribución estadística, precipitación diaria, sesgos en percentiles.

Modelado y peso de variables en el modelado de temperaturas máximas y mínimas con métodos no-lineales para series anuales

David Orgambides García[1], María José Estrela Navarro[1], David Corell Custardoy[1], Juan Javier Miró Pérez[2]

[1] Departamento de Geografía. Universidad de Valencia
[2] Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Universidad de Alicante

daorgar@alumni.uv.es; majoesna@uv.es; david.corell@uv.es; jj.miro@ua.es

Resumen: Una evaluación correcta de los cambios en el clima es posible a partir del registro de datos homogéneos y sistematizados mediante una red de estaciones meteorológicas. En el caso español, no se dispone de datos con una suficiente densidad espacial hasta los años 50, momento a partir del cual es factible modelizar el estado del clima en el territorio. Mediante una base de datos de 3.794 estaciones tomadas de AEMET y rellenados diariamente mediante técnicas de interpolación, se realizan una serie de pruebas para generar modelos de temperatura diarios empleando una serie de variables físicas en modelos no-lineales (machine learning). Dichas variables se han extraído de los metadatos de las estaciones o a partir de datos físicos en formato ráster de variables como latitud, altitud o distancia al mar. Para cada día del año, se toman los valores de temperaturas de cada estación y sus valores como predictandos, y se usan las variables físicas como predictores del modelo. Este método permite generar estimaciones y mapas de forma iterativa, ajustados a las variaciones regionales de la temperatura; aún a costa de errores en la estimación de la temperatura local. Para estudiar los efectos en el tiempo, se trabajó con una serie anual de mínimas correspondientes al inicio del periodo (1953) y una serie de máximas de finales (2022). El método con un menor error de entre los experimentados fue el método de Support Vector Machine Gaussiano, con un error rmse de 1,63 grados para la serie anual de mínimas, y de 1,53 grados para las máximas. Se estudia el impacto de las diferentes variables físicas mediante la generación de nuevos modelos implementando una permutación aleatoria de los valores. De esta forma es posible conocer el peso de las variables según su efecto sobre el rmse, evidenciando que los factores más importantes son, en orden, la latitud, la altitud, la longitud y la distancia al mar. La técnica permite generar mapas diarios de temperatura a gran resolución y un estudio detallado de las variables climáticas a lo largo del periodo de estudio.

Palabras clave: modelo no-lineal, temperatura, cambio climático.

Estimación del espesor de hielo del glaciar Shallap en la Cordillera Blanca mediante el Radar de Penetración Terrestre (GPR)

Camila Granados Quispe[1], Anna Garro Llanos[1], Roy Carrillo Rondón[1], Oscar Ávila Guzman[1], Keny Ramos Valenzuela[1], Lucero Cristobal Romero[1], Johana Quinto Galarza[1], Fiorella Fernandez Reyes[1], Diego Sotomayor Melo[2]

[1] Círculo de Investigación en Glaciares, Universidad Nacional Agraria La Molina
[2] Departamento de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria La Molina

camila.granadosquispe@gmail.com

Resumen: La presente investigación tiene como objetivo estimar el espesor de hielo del glaciar Shallap, ubicado en la Cordillera Blanca (Áncash, Perú), mediante la aplicación del Radar de Penetración Terrestre (Ground Penetrating Radar, GPR), con el fin de generar información geofísica detallada sobre su estructura interna y contribuir al conocimiento de la dinámica glaciar en los Andes tropicales. El estudio se desarrolló en la zona de ablación del glaciar, donde se levantaron perfiles longitudinales y transversales para identificar la interfaz hielo–roca y calcular el espesor del hielo.

La metodología comprendió tres etapas principales: (i) adquisición de datos en campo mediante GPR en alta montaña, incluyendo la planificación de transectos y registro georreferenciado; (ii) preprocesamiento y procesamiento de radargramas en el software REFLEX, aplicando corrección de tiempo cero, filtros dewow, bandpass y background removal, además de ajustes de ganancia para optimizar la señal; y (iii) identificación manual (picking) de la reflexión correspondiente al lecho rocoso para convertir los tiempos dobles de propagación en espesores de hielo. Posteriormente, los resultados fueron integrados en un Sistema de Información Geográfica (ArcGIS) para su representación espacial e interpolación.

Como resultado, se obtuvieron 228 mediciones puntuales de espesor distribuidas a lo largo de los perfiles prospectados. Los valores estimados varían entre 25 m y 179 m, con tiempos dobles de propagación entre 302 y 2 134 ns, evidenciando una marcada heterogeneidad espacial del espesor glaciar. La cartografía generada muestra mayores espesores hacia los sectores centrales de la lengua glaciar y menores valores en los márgenes evaluados.

Los resultados confirman la efectividad del GPR como técnica geofísica no invasiva para la estimación del espesor glaciar en ambientes de montaña tropical, constituyendo un insumo relevante para futuros análisis de volumen de hielo, dinámica glaciar y disponibilidad hídrica en la cuenca del río Santa.

Palabras clave: GPR, espesor de hielo, glaciar, Cordillera Blanca, Andes Peruano

Análisis de la evolución de la anomalía de temperatura en Canarias entre 1970 y 2024 en el contexto mundial

María Alonso León y Luis Álvarez

Departamento de Informática y Sistemas, Universidad de Las Palmas de G.C.

maria.alonso158@alu.ulpgc.es; lalvarez@ulpgc.es

Resumen: En este estudio se analiza la evolución de la anomalía de temperatura en Canarias entre 1970–2024 situándola en el contexto mundial. La metodología empleada sigue el enfoque de CRUTEM5, que define la anomalía de temperatura, por meses, como la diferencia entre la temperatura observada y la media correspondiente al periodo de referencia 1961–1990.

A nivel global, se utilizaron los datos de CRUTEM5, tanto en su versión mundial como desagregada por hemisferios. Para Canarias, se emplearon datos de la AEMET correspondientes a las cuatro estaciones (Gando, Los Rodeos, Santa Cruz de Tenerife e Izaña) con series completas entre 1961 y 2024. La media de estas cuatro estaciones se consideró representativa para Canarias.

La tendencia temporal de la anomalía climática se estimó mediante la pendiente de la recta de regresión lineal, calculada tanto para los valores mensuales como para sus promedios anuales. La validez del modelo se comprobó aplicando los test estadísticos de Shapiro–Wilk (normalidad de los residuos), Breusch–Pagan (homocedasticidad) y KPSS (estacionariedad), obteniéndose un ajuste adecuado a los supuestos de la regresión lineal. La pendiente de la recta de regresión es un parámetro sencillo y robusto que permite fácilmente establecer la tendencia de la anomalía de temperatura y compararla entre regiones.

A escala mundial, la pendiente estimada para la media anual de la anomalía climática fue de 0,0286 ± 0,0027 °C (IC 95 %), lo que indica un incremento medio de 0,0286 °C por año. Por hemisferios, las tendencias fueron de 0,0342 ± 0,0032 °C en el hemisferio norte y 0,0175 ± 0,0025 °C en el hemisferio sur. En Canarias, la pendiente estimada alcanzó 0,0339 ± 0,008 °C, valor muy próximo al del hemisferio norte. Asimismo, se analizaron las tendencias mensuales y específicas de cada estación meteorológica.

Con el fin de mejorar los resultados del modelo, se aplicó la transformada de Yeo–Johnson, optimizando el parámetro de la transformada mediante la minimización del RMSE del ajuste. En particular, este procedimiento permite evaluar si la tendencia reciente de la anomalía térmica muestra señales de aceleración o desaceleración en la evolución del calentamiento observado.

Palabras clave: Cambio climático, anomalía de temperatura, tendencias climáticas, Canarias, series temporales

23 Years of the Regional Brewer Calibration Center (RBCC-E) challenges of the ozone observation

Alberto, Redondas, Virgilio Carreño, Alberto Berjon and Irene Tovar

Izaña Atmospheric Research centre-
AEMET (State Meteorological Agency of Spain)

aredondasm@aemet.es; vcarreno@aemet.es;
eubrewnet@aemet.es; itovarh@aemet.es

Abstract: Over the past two decades, the Regional Brewer Calibration Center for Europe (RBCC-E) has played a central role in the calibration, quality assurance, and traceability of Brewer spectrophotometer observations within the WMO/GAW programme. Established in November 2003 at the Izaña Observatory of AEMET (Spain), RBCC-E benefits from the unique atmospheric conditions of the subtropical high-altitude station, enabling routine absolute Langley calibrations comparable to those performed at Mauna Loa Observatory. RBCC-E operates advanced calibration facilities based on the Izaña Brewer Triad, originally composed of Brewers #157, #183, and #185, and recently complemented by the new triad (#256, #257, and #258). Long-term analyses demonstrate excellent stability and consistency of the calibration scale, with relative differences typically below 0.3–0.5%. Since 2012, RBCC-E has transferred its own Langley-based calibration scale and currently shares the role of Central Calibration Laboratory (CCL) with Environment and Climate Change Canada (ECCC).

Annual intercomparison campaigns organized at Arosa (Switzerland) and El Arenosillo (Spain) have calibrated more than 370 instruments worldwide. RBCC-E has also contributed to major international initiatives, including ATMOZ, ESA Cal/Val activities, and EUBREWNET, supporting the development of uncertainty budgets, centralized processing, and traceability of Brewer observations. Recent studies include uncertainty characterization of the Brewer triads, implementation of updated ozone retrieval algorithms using Serdyuchenko cross-sections, and comparisons with Pandora, BTS, and FRMDOAS instruments during campaigns such as CINDI-3 and DAVOS 2024.

A major challenge for the ozone monitoring community is the recent cessation of Brewer spectrophotometer production. RBCC-E activities are therefore increasingly focused on maintaining the operational Brewer network, ensuring long-term calibration traceability, and evaluating possible replacement instruments such as BTS and Pandora systems. Current results indicate that, although these instruments show promising performance, they do not yet achieve the long-term stability, calibration traceability, and measurement quality of double-monochromator Brewers, particularly under extreme polar and tropical conditions. The need for coordinated evaluation campaigns, improved uncertainty characterization, and sustainable maintenance strategies for the existing Brewer network is discussed as a critical requirement for the future of global total ozone observations.

Keywords: ozone, calibration, traceability

Variabilidad ambiental y antropogénica durante los últimos 4200 años en el lago de Montmalús (Pirineo Central)

Marcel-Saïd Galofré Penacho[1], Antonio Delgado Huertas[1], Juan Pablo Corella Aznar[2], Ramon Copons Llorens[3], Benjamin Komac[3], Isabel Rodríguez Veiga[4], Alejandra Vicente de Vera[5], Dácil Rodríguez Rondón[5] y Blas Valero Garcés[5]

[1]Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra – CSIC
[2] Museo Nacional de Ciencias Naturales – CSIC
[3] Andorra Recerca + Innovació (AR+I)
[4] Departamento de Medio Ambiente, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)
[5]Instituto Pirenaico de Ecología – CSIC

marcel.galofre@csic.es; a.delgado@csic.es; pablo.corella@mncn.csic.es; ramon.copons@gmail.com; bkomac@ari.ad; isabel.rodriguez@ciemat.es; drodriguez@ipe.csic.es: blas@ipe.csic.es

Resumen: Los lagos de alta montaña son ecosistemas sensibles que responden rápidamente a las fluctuaciones ambientales, por lo que son indicadores eficaces del cambio global. Este estudio presenta una investigación multiproxy en el lago de Montmalús (2433 m s. n. m., Pirineo Central, Andorra), basada en sensores de temperatura instalados en 2017 y en dos sondeos realizados en zonas proximales y distales del lago. El trabajo integra análisis sedimentológicos, químicos e isotópicos con el fin de reconstruir la evolución ambiental a lo largo del Holoceno. Hemos identificado eventos sedimentarios a lo largo del registro sedimentario asociados a eventos de alta energía. Su frecuencia e intensidad aumentaron al final de la pequeña edad de hielo (1700-1850 E. C.), mientras que durante el período 3000 - 2000 a. E. C. se registraron los valores más bajos del Meghalayense. La acumulación y las características de la materia orgánica también muestran una variabilidad pronunciada, controlada por aportes externos y por la productividad interna. En particular, durante el período húmedo romano (200 a. E. C. - 300 E. C.) y el período frío de la Alta Edad Media (400 - 765 E. C.) se da un aumento en la acumulación de materia orgánica, las facies sedimentarias, las relaciones C/N y la composición isotópica del nitrógeno indican episodios de mayor alteración de la cuenca. Las últimas tres décadas destacan como el período de mayor productividad de todo el registro y coinciden con periodos más largos de anoxia hipolimnética. El estudio de metales pesados como el plomo, el mercurio y el arsénico revela que, si bien durante la Revolución Industrial aumentaron sustancialmente las emisiones atmosféricas, períodos pasados como la época romana también muestran un enriquecimiento significativo, en algunos casos cercano a las concentraciones de la era industrial. El registro de Montmalús pone de manifiesto la complejidad de las interacciones pasadas entre el lago y la cuenca hidrográfica, y contribuye a la comprensión de los cambios recientes debidos al aumento de las temperaturas y al incremento de las actividades antropogénicas.

Palabras clave: Holoceno, Cambio climático, paleolimnología, paleoclima.

Sea Surface Temperature Variability During the Mid-Piacenzian Warm Period: Implications for Mediterranean Hydroclimate

Teresa Rodrigues[1,2], Joan O. Grimalt[3], María Fernanda Sánchez Goñi[4,5] y Dulce Oliveira[6,2]

[1] Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), Rua Alfredo Magalhães Ramalho, 6,1495-006 Lisboa, Portugal
[2] Centro de Ciências do Mar (CCMAR), Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal
[3] Department of Environmental Chemistry, Institute of Environmental Assessment and Water Research (IDÆA-CSIC), Barcelona, Spain
[4] Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE, PSL University), Paris, France.
[5] Univ. Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, (EPOC), UMR 5805, 33600 Pessac, France.
[6] Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA); Rua da Murgueira, 9 - Zambujal, 2610-124 Amadora, Portugal

teresa.rodrigues@ipma.pt

Abstract: Sea surface temperature (SST) exerts a fundamental control on the hydrological cycle by regulating air–sea interactions, atmospheric circulation, and moisture transport, thereby shaping the frequency and intensity of hydroclimate extremes. Understanding how SSTs responded during past warm climate states is essential to place current and future climate change into a long-term perspective and to reduce uncertainties in climate projections. The mid-Piacenzian warm period (mPWP; 3.3–3.0 Ma) represents the most recent interval of sustained global warmth with atmospheric CO_2 concentrations and global temperatures comparable to those expected in the coming decades, making it a key natural analogue for ongoing anthropogenic warming. The HotClim project aims to reconstruct SST variability during the mPWP and to explore its role in driving regional hydroclimate dynamics in a region highly vulnerable to climate-related risks such as droughts, wildfires, and precipitation extremes. HotClim is based on a multiproxy study of deep-sea sediments from IODP Site U1385 (Iberian Margin), recovered during IODP Expedition 397, with a primary focus on marine biomarker-derived SST reconstructions. These SST records are directly compared with terrestrial indicators of environmental change, including pollen and microcharcoal, analysed on the same samples, allowing an internally consistent land–sea assessment without chronological ambiguity. By targeting key mPWP intervals, including the transition from the cold MIS M2 into peak warmth and the KM5c interglacial, the project will quantify the magnitude, variability, and pacing of SST changes and evaluate their coupling with hydroclimate variability over the Mediterranean. The resulting high-resolution SST reconstructions will provide a robust benchmark for evaluating climate model performance under warmer-than-present conditions and will contribute to a better understanding of the mechanisms linking ocean surface conditions to hydroclimate variability. By focusing on how SST responded to sustained global warmth, HotClim will contribute to a better understanding of the processes shaping hydroclimate variability and associated risks in a warming world, offering valuable insights for future climate projections and adaptation strategies.

Keywords: Sea surface temperature (SST); Mid-Piacenzian warm period; Mediterranean hydroclimate; Climate variability

Madera estructural histórica como archivo climático: precipitación y cambios de coherencia espacial en Iberia en el último milenio

Ernesto Tejedor[1], Marcos Marín-Martín[1], Diego Mallén[2], Marta Domínguez-Delmás[3,4], Joseba Lizeaga, Miguel Ángel Saz[2], Juan Pablo Corella[1] y Gerardo Benito[1]

[1]Laboratorio de Hidrología y Cambio Global.
Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC, Madrid. España
[2]Departamento de Geografía y Ordenación
del Territorio. Universidad de Zaragoza.
[3]Department of Archaeology, Cultural Heritage Agency of the Netherlands, Smallepad 5, 3811MG, Amersfoort, The Netherlands.
[4]Functional Traits Group, Naturalis Biodiversity
Center, Darwinweg 2, 2333CR, Leiden, The Netherlands.

ernesto.tejedor@mncn.csic.es; marcos.marin@mncn.csic.es;
pablo.corella@mncn.csic.es; benito@mncn.csic.es;
diegomallen@unizar.es; masaz@unizar.es

Resumen: La Península Ibérica se sitúa entre la influencia del Atlántico Norte y la dinámica mediterránea, generando fuertes contrastes espaciales de precipitación y alta exposición a sequías e inundaciones. Presentamos dos reconstrucciones dendroclimáticas anuales del último milenio basadas en madera estructural histórica y árboles vivos. La reconstrucción mediterránea (masías) estima precipitación anual (r=0.74, 1940-2024) y la atlántica (País Vasco-Navarra) febrero-julio (r=0.60, 1940-2024). Más allá de la evolución regional, los registros sugieren que Iberia funciona como un sistema de dos dominios cuyo acoplamiento varía en el tiempo. Observamos alternancia entre un estado de redistribución (anomalías opuestas Atlántico-Mediterráneo) y otro de mayor coherencia (anomalías más sincronizadas a escala multidecadal). Para cuantificar estas transiciones, estimamos de forma probabilística la pertenencia temporal a estados a partir de la distribución conjunta de ambas reconstrucciones, evitando umbrales basados únicamente en correlaciones móviles. La comparación con un proxy independiente del jet europeo apunta a un papel organizador del chorro, que modula las transiciones entre estados y la huella espacial del riesgo hidroclimático. Este marco mecanístico facilita conectar registros documentales (rogativas, inundaciones, crisis agrarias) con cambios en la coherencia espacial y la intensidad de la precipitación.

Palabras clave: Dendroarqueología, Hydroclima, Atlántico, Mediterráneo

Variabilidad hidrológica durante el MIS 5 registrada a partir de una estalagmita de la Cueva de Nerja (sur de la Península Ibérica)

C. Jiménez de Cisneros[1], F.J. Jiménez-Espejo[1], A. González-Ramón[2], C. Liñán-Baena[3,4], Y. Del Rosal[3], J. Camuera[1], A. Fernández[1] y L.E. Fernández-Rodríguez[3]

[1]Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (IACT-CSIC), Avda. de Las Palmeras 4, 18100 Armilla, Granada
[2]Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC), Urb. Alcázar del Genil, 4. Edf. Zulema bajo, 18006 Granada.
[3]Instituto de Investigación Fundación Pública de Servicios Cueva de Nerja, Carretera de Maro s/n, 29787 Nerja, Málaga.
[4]Departamento de Ecología y Geología, Universidad de Málaga, Campus de Teatinos s/n, 29071 Málaga.

concepcion.cisneros@csic.es; francisco.jimenez@csic.es; jon.camuera@csic.es; alvaro.bremer@csic.es; antonio.gonzalez@igme.es; cbaena@cuevadenerja.es; yolanda@cuevadenerja.es; conservador@cuevadenerja.es; crilinbae@uma.es

Resumen: El último interglacial (MIS 5) constituye un intervalo clave para comprender la respuesta del sistema climático mediterráneo a condiciones cálidas y cambios en la circulación atmosférica. En este trabajo se presenta un registro multiproxy obtenido a partir de la estalagmita NE10 de la Cueva de Nerja (sur de la Península Ibérica), que permite reconstruir la variabilidad hidrológica regional durante el intervalo ~124,5-88,3 ka BP (MIS 5e-5a). La cronología se ha construido a partir de dataciones U/Th estratigráficamente coherentes, obteniendo un modelo edad-profundidad que sitúa el crecimiento de la estalagmita dentro del complejo interglacial MIS 5. El análisis geoquímico de alta resolución mediante fluorescencia de rayos X (FRX) muestra una variabilidad significativa en las relaciones elementales Mg/Ca, Sr/Ca y Ba/Ca, interpretadas como indicadores de cambios en la precipitación previa de calcita (PCP), el tiempo de residencia del agua en el epikarst y la infiltración efectiva. Los índices detríticos (Al/Ca, Ti/Ca y ln((Zr+Ti)/K)) evidencian aportes episódicos de material alóctono y variaciones en la conectividad superficie-subsuelo que no siempre coinciden con los periodos de mayor recarga hídrica, lo que sugiere un control complejo de los procesos de transferencia en el sistema kárstico. Las tasas de crecimiento derivadas del modelo cronológico muestran fases alternantes de mayor y menor depósito de calcita, coherentes con cambios en la disponibilidad hídrica. Los valores isotópicos de $\delta^{13}C$ y $\delta^{18}O$ del tramo superior del registro refuerzan la interpretación hidrológica derivada de los elementos traza. Las variaciones en $\delta^{13}C$ son coherentes con cambios en la intensidad de la PCP y en la productividad del suelo, mientras que $\delta^{18}O$ refleja, probablemente, efectos combinados de la fuente y cantidad de precipitación. En conjunto, el registro de NE10 demuestra que la variabilidad hidrológica durante el MIS 5 en el sur de la Península Ibérica estuvo fuertemente modulada por procesos kársticos y cambios en la eficiencia de infiltración, aportando nuevas evidencias sobre la dinámica hidroclimática del último interglacial en el ámbito mediterráneo.

Palabras clave: MIS 5, espeleotemas, variabilidad hidrológica, Cueva de Nerja

Anomalía Climática Medieval: reconstrucción del clima del Marruecos medieval

Claudia Patarnello

Instituto de Estudios medievales y Renacentistas
y humanidades digitales (Universidad de Salamanca)

patarnello.claudia@usal.es

Resumen: La Anomalía Climática Medieval es un fenómeno climático que ha sido estudiado profusamente en el ámbito de la paleoclimatología especialmente para reconstruir el clima medieval de la zona europea, pero aún escasamente para la región de Marruecos. Así pues, en el trabajo que presentaré un objetivo será suplir esta laguna. En esta comunicación otro objetivo será poner en diálogo las fuentes arabo-islámicas de época medieval con los estudios de las ciencias que estudian el paleoclima para replicar el clima del Mágreb al-Aqṣà, territorio histórico que se corresponde aproximadamente al actual Marruecos, a lo largo de los siglos X-XIV. Así como se vislumbra desde los trabajos paleoclimatológicos, también los textos medievales, y más concretamente las crónicas, nos aportan datos interesantes sobre las cuestiones climáticas en época medieval. Dichos textos no sólo se amalgaman de manera coherente con los estudios paleoclimáticos, sino que se centran en describirnos los fenómenos extremos ocurridos durante la Anomalía Climática Medieval, complementando por tanto estos estudios. Gracias a esta metodología interdisciplinar, donde paleoclimatología y la filología se dan de la mano, hemos podido detectar una continua alternancia de episodios húmedos y otros de sequías que, además, se corresponden con los continuos cambios de la fase positiva a la negativa de la Oscilación del Atlántico Norte.

Palabras clave: Mágreb al-Aqṣà, Anomalía Climática Medieval, paleoclimatología, fuentes medievales

Los sesgos en las bases de datos de paleoinundaciones y su influencia en la interpretación paleoclimática

Andrés Díez Herrero[1], Daniel Vázquez Tarrío[1] y Julio Garrote Revilla[2]

[1] Centro Nacional Instituto Geológico y Minero de España (IGME, CSIC)
[2] Universidad Complutense de Madrid (UCM)

andres.diez@igme.es; d.vazqueztarrio@igme.es; juliog@geo.ucm.es

Resumen: Durante las últimas décadas (sobre todo desde finales del siglo XX) ha proliferado la información disponible, publicada por la comunidad científico-técnica, sobre eventos de inundación pretéritos registrados en elementos naturales (geológico-geomorfológicos, hidrológicos, glaciológicos o biológicos). Esta información ha alimentado incipientes bases de datos de registros de paleoinundaciones a nivel global, nacional o para determinadas cuencas hidrográficas o regiones. Estas bases de datos han sido analizadas desde el punto de vista tipológico (avenidas súbitas torrenciales, crecidas lentas en grandes cuencas, flujos de derrubios, etc.), de su dimensión espacio-temporal (por cuencas hidrográficas, tramos de la red, unidades administrativas y a lo largo del tiempo), así como por diferentes parámetros de magnitud (calado máximo, mínimo y exacto; caudal estimado; caudal específico, velocidad de la corriente; carga sólida transportada; energía del flujo…). Los resultados de estos análisis han dado lugar a interpretaciones paleoclimáticas en relación a la frecuencia y magnitud de inundaciones en diferentes ámbitos geográficos y para distintos momentos del Holoceno, sobre todo para el periodo histórico por correlación con el registro documental e instrumental. Sin embargo, se han descrito en la literatura científica diferentes déficits de información, fuentes de error e incertidumbre en la disponibilidad de registros de paleoinundaciones y en los datos sobre las mismas, que generan sesgos (temporal, espacial y de magnitud) en dicha interpretación; de forma análoga a los sesgos cuando se hacen interpretaciones paleoclimáticas desde los catálogos de inundaciones históricas desde el registro documental (sumando a los anteriores el sesgo de disponibilidad documental y de percepción). En este trabajo se analiza el papel de los sesgos en la interpretación paleoclimática de la frecuencia y magnitud de inundaciones a lo largo del tiempo, a partir de la nueva base de datos de registros de paleoinundaciones publicados en España, PaleoRiada, con sus más de 300 registros, desarrollada en el marco del proyecto Tarquín (financiado por la Dirección General del Agua-MITERD- al IGME-CSIC). Los resultados deben servir para mejorar la utilización, con las precauciones adecuadas, de esta interesante información sobre los eventos extremos en relación con la evolución climática del pasado y su extrapolación hacia escenarios climáticos futuros.

Palabras clave: paleoinundación, frecuencia, magnitud, paleoclima, riesgo, sesgo.

EMOWA, una base de datos para estudiar el clima histórico del Sahel

Fernando Sánchez Rodrigo [1]

Dpto. Química y Física, Universidad de Almería

frodrigo@ual.es

Resumen: Las sequías y hambrunas que afectaron al Sahel desde los años 60 del siglo pasado han incentivado el estudio de las variaciones climáticas en África Occidental durante las últimas décadas. Este área es una de las regiones más vulnerables al cambio climático y la variabilidad del clima debido a sus características geográficas, alta dependencia de la agricultura como principal fuente de recursos, y baja capacidad adaptativa ante los riesgos ambientales. El breve registro instrumental disponible (principalmente desde finales del siglo XIX) no proporciona una serie temporal suficientemente larga para comprender la variabilidad climática natural en la zona. En este trabajo se presenta la base de datos "Early Meteorological Observations in Western Africa" (EMOWA), que recopila informes de factorías coloniales, tratados médicos sobre las condiciones sanitarias en la zona, y relatos de expediciones científicas, donde se registraban observaciones meteorológicas cualitativas e instrumentales desde el siglo XVIII hasta las primeras décadas del XIX. Se muestran algunos ejemplos que muestran la utilidad de estas fuentes de datos.

Palabras clave: Climatología histórica, primeras series instrumentales, Sahel.

Evaluating the applicability of GDGT for temperature reconstructions in a high mountain lake on the Iberian Peninsula

Uxía Fernández Pérez[1], Roberto Bao[1], Jens Hefter[2], Enno Schefuß[3], Teresa Rodrigues[4,5], Alberto Sáez[6], Pedro Raposeiro[7,8], Rafael Carballeira[9], Armand Hernández[1]

[1] GRICA-BIOpast Group, Centro Interdisciplinar de Química e Bioloxía (CICA), Faculty of Sciences, Universidade de Coruña, Coruña, Spain
[2] Alfred Wegener Institute, Helmholtz Center for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany
[3] MARUM – Center for Marine Environmental Sciences, University of Bremen, Germany
[4] IPMA – Portuguese Institute of Sea and Atmosphere, Lisbon, Portugal
[5] CCMAR- Centro de Ciências do Mar (CCMAR), Universidade do Algarve, Faro, Portugal.
[6] UB-Geomodels Research Institute. Department of Earth and Ocean Dynamics, Universitat de Barcelona, Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona, Spain
[7] University of the Azores, Faculty of Sciences and Technology, Rua da Mãe de Deus, 9500-321 Ponta Delgada
[8] CIBIO, Research Centre in Biodiversity and Genetic Resources, InBio Associate Laboratory, BIOPOLIS Program in Genomics, Biodiversity and Land Planning; UNESCO Chair – Land Within Sea: Biodiversity & Sustainability in Atlantic Islands, University of the Azores, Rua da Mãe de Deus, 9500-321 Ponta Delgada, Portugal.
[9] Facultad de Farmacia, Universidad San Pablo-CEU, CEU Universities, Urbanización Montepríncipe, 28660 Boadilla del Monte, España

m.eugenia.fernandezp@udc.es; jens.hefter@awi.de; eschefuss@marum.de; teresa.rodrigues@ipma.pt; a.saez@ub.edu; pedro.mv.raposeiro@uac.pt

Abstract: Glycerol dialkyl glycerol tetraethers (GDGTs) are membrane lipids synthesized by prokaryotes and used for quantitative paleotemperature reconstructions. Isoprenoid GDGTs (isoGDGTs), produced by aquatic archaea, form the basis of the TEX_{86} index, which has been mainly applied in marine environments. Branched GDGTs (brGDGTs), produced by bacteria, are particularly useful in lacustrine sediments, where their distributions have been linked to mean annual air and water temperatures. However, GDGT-based temperature reconstructions may be influenced by environmental factors other than temperature, including pH, redox conditions, and microbial community composition. Here, we evaluate the reliability of GDGT-derived temperature proxies in Lake Ocelo, a small oligotrophic mountain lake in northwestern Iberia.

Analysis of sediment samples reveals that isoGDGTs are dominated by GDGT-0, with high methane index values, indicating methanogenic rather than planktonic archaeal sources, which makes TEX86 reconstructions unreliable. BrGDGTs represent ~ 60% of total GDGTs, with pentamethylated compounds dominating (44.4%), followed by tetramethylated (29.5%) and hexamethylated (17%) forms. BrGDGT distribution falls within the global lake dataset range, suggesting lacustrine production.

The MBT'5Me index, based on 5-methyl brGDGTs, was used as a temperature proxy. However, multiple calibrations reveal systematic biases during specific climatic periods. The Little Ice Age yields anomalously warm temperatures, while the Industrial Era shows cooling, contrary to instrumental records. PCA indicates that pH rather than temperature could exert primary control on brGDGT distributions. Compounds sensitive to MBT'5Me show strong coupling until the Medieval Climate Anomaly (c. 1200 CE), but decouple afterward, suggesting a shift in bacterial community. The isomer ratio IR_6 remains below 0.4, indicating that 6-methyl brGDGT abundance is not the primary bias source. Multivariate calibrations correct these biases, yielding mean temperatures of months above freezing between 8.9-11.5°C (root mean square error, RMSE = 3.10°C) and 12.7-15.0°C (RMSE = 3.32°C), consistent with regional Holocene climate patterns. Our results demonstrate that brGDGTs hold potential for paleoclimate reconstructions in mountain settings, but careful evaluation of local environmental controls is essential.

Grants PID2019-107424RB-I00 and PID2022-139775OB-I00 funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 (the latter also co-funded by “ERDF A way of making Europe”) support this work. Xunta de Galicia also supports it through projects ED431F 2022/18 and ED431B 2024/03.

Keywords: isoprenoid and branched GDGTs, biomarkers, temperature reconstructions, Iberian Peninsula, mountain lake.

Interacciones Atlántico-Mediterráneo y dinámica atmosférica: un análisis comparativo mediante anillos de crecimiento en el Atlas marroquí y el sistema Ibérico

Marcos Marín-Martín[1], Ernesto Tejedor[1], Raúl Sánchez-Salguero[2], Ridouane Kessabi[3], Jan Esper[4,5]

[1] Departmento de Geología, Museo Nacional de Ciencias Naturales-Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MNCN-CSIC), 28006 Madrid, España;
[2] DendrOlavide, Departamento de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales, Universidad Pablo de Olavide, Ctra. de Utrera km 1, 41013 Sevilla, España
[3] Department of Geography, Laboratoire Territoire Patrimoine et Histoire, FLSH Dhar El-Mehraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, 30050 Fez, Morocco
[4] Department of Geography, Johannes Gutenberg University, Mainz, Germany
[5] Global Change Research Institute, Czech Academy of Sciences, Brno, Czech Republic

marcos.marin@mncn.csic.es

Resumen: Ante la progresiva tropicalización del Mediterráneo occidental, con mayor irregularidad hidrológica, resulta crítico entender los cambios en la variabilidad de la circulación atmosférica. Para comprender y contextualizar las tendencias recientes y estudiar si exceden la variabilidad natural esperada se requieren registros que superen la escala instrumental. En este trabajo desarrollamos una reconstrucción dendroclimatológica de la precipitación anual (año hidrológico octubre–septiembre), en el Medio y el Alto Atlas (Marruecos), proporcionando nuevos resultados sobre la variabilidad hidroclimática del Mediterráneo occidental. La reconstrucción se basa en una amplia red de más de 1000 series dendrocronológicas, combinando materiales muestreados entre 2001 y 2011 con nuevos sitios actualizados en 2025. Para la calibración se han usado datos de precipitación de cinco estaciones para el período 1961–2019 y se ha extendido hasta 2024 usando la base de datos TerraClimate, que muestra una alta correlación con los datos instrumentales (R = 0.84). La reconstrucción, basada en los anchos de los anillos de los árboles, explica más del 50 % de la variabilidad de la precipitación (R = 0.72) y muestra una fuerte estabilidad temporal. Al contrario que en estudios previos, esta reconstrucción se centra en la precipitación a lo largo de un año hidrológico, en lugar de en índices estacionales. Al comparar esta reconstrucción con otra en el sistema Ibérico (1505–2024) se observa una alta heterogeneidad espacial, tanto en los períodos como en la amplitud de las fases secas-húmedas, probablemente debido a la variabilidad en la circulación atmosférica a gran escala. Estos dos registros, sin embargo, cuentan con una gran sincronización durante los últimos ~50 años. Al comparar la reconstrucción del Atlas con la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) y la Oscilación del Mediterráneo Occidental (WeMO) se observan conexiones variables y un incremento en la variabilidad compartida a lo largo de las últimas décadas. Estos hallazgos prueban la importancia de este conjunto de datos, que contribuye a mayor escala a la integración de nuevos proxis con reconstrucciones a gran escala y productos de reanálisis con el objetivo de estudiar la evolución del clima y los patrones espaciales en la cuenca mediterránea durante el último milenio.

Palabras clave: dendroclimatología, Mediterráneo occidental, reconstrucción paleoclimática, variabilidad hidroclimática, teleconexiones

Evaluating lipid biomarkers and microbial DNA in modern tufa systems of the Canary Islands: Implications for paleoenvironmental variability and proxy calibration

Alma V. Pirasteh[1], Víctor G. Tagua[1,2] y Margarita Jambrina-Enríquez[1,3]

[1]Geoquímica Ambiental y Cambio Global (GEO-GLOBAL), Instituto Universitario de Bio-Orgánica "Antonio González", Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna, Tenerife, Spain
[2]Área de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna, Tenerife, Spain
[3]Dpto. Biología Animal, Edafología y Geología, Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna, Tenerife, Spain

alu0101316048@ull.edu.es; mjambrin@ull.edu.es; vgarciat@ull.edu.es; mjambrin@ull.edu.es

Abstract: Tufa ecosystems are low-temperature freshwater carbonate deposits that serve as sensitive geoecological archives of environmental variability. In the Canary Islands, they are rare and mainly linked to anthropogenically modified springs, offering a natural setting to study recent tufa formation under controlled hydrological conditions. This study combines lipid biomarkers (n-alkanes) with metagenomic approaches in modern tufa systems to assess their reliability as proxies for hydrological dynamics, biomineralization, and environmental variability in paleo-records. Two anthropogenically influenced systems were analyzed: an active deposit at Dos Aguas (La Palma) and an inactive one at Lomo Morín (Tenerife), both with diverse subenvironments and complex biological communities. Lipid biomarker and DNA analyses were used to determine organic matter sources, preservation, and microbial diversity. Short-, medium-, and long-chain n-alkanes were identified, with C17 dominance indicating strong microbial and aquatic inputs. Metagenomic data reveal microbial communities adapted to extreme conditions that play a key role in biomineralization. The integration of *n*-alkane indices (CPI, ACL, Paq) with metagenomic data identifies environmental gradients and system evolution. At Lomo Morín, this approach reconstructs a hydrology- and physiography-controlled desiccation model, with spatiotemporal drying reflected in both biomarker signatures and microbial communities. At Dos Aguas, it defines a biomineralization model in which microbial activity dominates early carbonate precipitation, followed by a progressive decline in biological control as crystallization advances, while preserving the original lipid signal. These findings demonstrate that modern tufa systems can be used to calibrate lipid and metagenomic proxies as high-resolution indicators of hydrological variability, ecosystem dynamics, and environmental stress. This calibration provides a robust framework for interpreting fossil tufa and travertine deposits, enabling the reconstruction of past hydrological fluctuations and climate-driven environmental changes.

This research was performed in accordance with permits E2025000672 and 2023/0608, and supported by the Spanish National Parks Organism through the PALEOMOL project (2915/2022).

Keywords: Paleoenvironmental variability, carbonate deposits, metagenomics, lipid biomarkers.

Influence of North Atlantic atmospheric circulation on Holocene hydroclimate and catchment–lake interactions in Western Iberia

Armand Hernández[1], Uxía Fernández-Pérez[1], Ricardo N Santos[2], Teresa Rodrigues[3,4], Enno Schefuß[5], Roberto Bao[1], Pedro Raposeiro[6,7], Alberto Sáez[8], Santiago Giralt[9], Celia Martín-Puertas[10], Pierre Francus[11], Ricardo Trigo[12], Alexandre M Ramos[13].

[1] GRICA-BIOpast Group, Centro Interdisciplinar de Química e Bioloxía (CICA), Faculty of Sciences, Universidade de Coruña, Coruña, Spain
[2] University of Basel, Department of Environmental Sciences, Basel, Switzerland
[3] IPMA – Portuguese Institute of Sea and Atmosphere, Lisbon, Portugal
[4] CCMAR- Centro de Ciências do Mar (CCMAR), Universidade do Algarve, Faro, Portugal.
[5] MARUM – Center for Marine Environmental Sciences, University of Bremen, Germany
[6] University of the Azores, Faculty of Sciences and Technology, Rua da Mãe de Deus, 9500 321 Ponta Delgada
[7] CIBIO, Research Centre in Biodiversity and Genetic Resources, InBio Associate Laboratory, BIOPOLIS Program in Genomics, Biodiversity and Land Planning; UNESCO Chair – Land Within Sea: Biodiversity & Sustainability in Atlantic Islands, University of the Azores, Rua da Mãe de Deus, 9500 321 Ponta Delgada, Portugal
[8] UB-Geomodels Research Institute. Department of Earth and Ocean Dynamics, Universitat de Barcelona, Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona, Spain
[9] Geosciences Barcelona (GEO3BCN), CSIC, Barcelona, Spain.
[10] Department of Stratigraphy and Paleontology, Faculty of Science, University of Granada, Granada, Spain
[11] Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement, Quebec, QC G1K 9A9, Canada and GEOTOP Research Centre, Montreal, QC H2X 3Y7, Canada
[12] University of Lisbon, Faculty of Sciences, Instituto Dom Luiz (IDL), 1749-016, Lisboa, Portugal
[13] Institute of Meteorology and Climate Research Troposphere Research (IMKTRO), Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany

armand.hernandez@udc.es; pedro.mv.raposeiro@uac.pt;

Abstract: The Iberian Peninsula represents a key region for climate reconstructions due to its location at the boundary between Atlantic and Mediterranean climate domains. Despite its sensitivity to large-scale circulation changes, Holocene hydroclimate variability in western–central Iberia remains poorly constrained. We present a continuous

Holocene hydroclimate reconstruction from Lake Peixão (central Portugal) spanning the last ~11.1 ka, which provides new insights into long-term moisture variability and its climatic drivers.

Hydroclimatic changes are reconstructed using compound-specific hydrogen and carbon isotopes of plant-wax n-alkanes, bulk sediment geochemistry, and X-ray fluorescence elemental data. A non-negative matrix factorization (NMF) approach is applied to isolate dominant vegetation and source signals, enabling a robust interpretation of the climatic information preserved in the biomarker records.

Our results suggest, distinct shifts in vegetation through the Holocene, reflecting climate-driven changes in effective moisture and landscape. The plant-wax δD record reveals three major hydroclimatic intervals: The Early Holocene (~11.1–8.2 ka BP) was characterized by enhanced moisture availability (mean δD = -171.8‰), consistent with intensified Atlantic influence. This was followed by the Mid Holocene (~8.2–4 ka BP) marked by generally drier conditions (mean δD = -179.1 ‰), likely under a more Mediterranean influence, and pronounced centennial-scale variability. During the Late Holocene (after 4 ka BP), hydroclimate conditions evolved from relatively dry to wetter phases (δD = -177.3 ‰ to -152.6 ‰ ; Mediterranean to Atlantic influence), until ~2 ka BP when a new trend towards aridity emerged. These patterns correspond closely with changes in North Atlantic atmospheric circulation, including shifts in the position of the Azores Front and variations in subpolar gyre strength, highlighting the role of NAO–EA dynamics in controlling Iberian precipitation. Our record demonstrates the sensitivity of western Iberian hydroclimate to North Atlantic circulation variability throughout the Holocene and highlights the value of organic biomarkers from lake sediments as paleoclimate proxies in climatic transitional regions.

This research has been supported through the HOLMODRIVE (PTDC/CTA-GEO/29029/2017) and MEDIATIC (PID2022-139775OB-I00) projects funded by the Portuguese Foundation for Science and Technology – FCT and the MCIN/AEI/10.13039/501100011033, with the latter also co-funded by “ERDF A way of making Europe”. Xunta de Galicia also supports this work through project ED431F 2022/18 and project ED431B 2024/03 from the programme “Axudas para a consolidación e estructuración de unidades de investigación competitivas e outras acción de fomento nas universidades do Sistema universitario de Galicia (SUG)”.

Keywords: North Atlantic Oscillation, Holocene, Hydroclimate, Iberian Peninsula

Seasonally shifting NAO–WeMO controls on rainfall isotopes in southeastern Iberia: insights from explainable machine-learning models

Artur Stachnik[1], Fernando Gázquez[2] Mario Morellón[1] y Javier Martín-Chivelet[1]

[1] Faculty of Geology (Complutense University of Madrid)
[2] Department of Biology and Geology (University of Almería)

artursta@ucm.es; gsf751@ual.es; mmorello@ucm.es; martinch@ucm.es

Abstract: Atmospheric circulation reorganizes moisture transport across the western Mediterranean, yet its seasonally resolved imprint on precipitation isotopes in southeastern Iberia remains poorly constrained. This limitation partly reflects the lack of Western Mediterranean Oscillation index (WeMOi) values after 2020, which restricts the integration of circulation diagnostics with modern isotope monitoring. Here, we combine a multi-altitude (560–1800 m a.s.l.) precipitation-isotope network in the Sierra de Segura mountain range (SE Spain) with explainable machine-learning methods to quantify how large-scale circulation and precipitation regime control rainfall isotopy. We first extend the WeMOi to 2025 using a physically constrained XGBoost reconstruction based on regional sea-level pressure predictors from San Fernando (Spain) and multiple northern Italian stations, reproducing the published index over 2010–2020 with high fidelity (R^2 = 0.98; RMSE = 0.154). We then analyze 448 rainwater samples collected between 2017 and 2023, aggregated into 154 precipitation-weighted monthly observations of $\delta^{18}O$, $\delta^{2}H$ and $\delta^{17}O$, together with d-excess and ^{17}O-excess. Bulk isotope ratios co-vary strongly ($\rho > 0.95$), allowing $\delta^{18}O$ to represent the dominant network-scale signal. Random Forest models interpreted using SHAP reveal a clear seasonal reorganization of controls. During the wet season (October–March), $\delta^{18}O$ variability is primarily circulation-driven, with the North Atlantic Oscillation acting as the dominant control and the WeMO providing a consistent secondary modulation. In contrast, during the dry season (April–September), $\delta^{18}O$ is governed by precipitation regime, with precipitation amount overwhelming circulation indices and exhibiting a strongly non-linear, amount-effect-like response. Back-trajectory clustering of regionally coherent isotope-sampling events supports these contrasts, indicating a small number of recurrent synoptic transport regimes in winter and weaker synoptic organization in summer. Together, these results provide a transferable, seasonally explicit calibration linking synoptic circulation and precipitation regime to rainfall $\delta^{18}O$ (and excess parameters) in southeastern Iberia. This framework improves interpretation of Mediterranean isotope-based paleoclimate archives by distinguishing circulation-driven wet-season signals from precipitation-regime-driven dry-season variability, with implications for reconstructing past hydroclimatic changes and assessing sensitivity to future shifts in circulation persistence and rainfall intermittency.

Keywords: precipitation isotopes, teleconnection patterns, moisture transport pathways, amount effect, Mediterranean paleoclimate applications

Siliceous traces of past climates in the Canary Islands: a modern analogue approach using phytoliths and microalgal remains

Alvaro Castilla-Beltrán[1,2], Pilar Martín-Ramos[2], Enrique Fernández-Palacios[2,3], Natalia Sierra Cornejo[2], Sandra Nogué[4,5], José María Fernández-Palacios[2], Lea de Nascimento[2]

[1] Disaster Risk Reduction and Resilient Cities Group (Universidad de La Laguna).
[2] Island Ecology and Biogeography Group, Instituto Universitario de Enfermedades Tropicales y Salud Pública de Canarias (Universidad de La Laguna).
[3] Institute of Prehistoric and Protohistoric Archaeology (CAU) (Kiel University).
[4] Departament de Biologia Vegetal, Biologia Animal i d'Ecologia (BABVE) (Universitat Autònoma de Barcelona).
[5] Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF)

acastilb@ull.edu.es

Abstract: The influence of global climatic transitions on Canary Island ecosystems remains poorly understood, largely due to a lack of continuous records and modern calibration datasets needed to support robust paleoenvironmental inferences. Here, we test how biogenic silica microremains (phytoliths and microalgal remains) can be used to reconstruct past ecosystems and climate dynamics in the archipelago, owing to their high preservation potential. We analyze phytolith and diatom/crysophyceae assemblages from surface samples across all major ecosystems of Tenerife to assess their relationships with modern climatic and ecological variables. These modern analogues are then applied to two paleoenvironmental records from Tenerife, La Manzanilla (La Laguna), and Caldera de La Orotava, spanning the Late Pleistocene and the Holocene. The results reveal shifts in woodlands and grasslands, as well as changes in local palustrine conditions associated with the last deglaciation, the Holocene Climatic Optimum, and the mid to late Holocene regional aridization of the Sahara. Comparison between modern and fossil assemblages highlights the potential of phytoliths and microalgae for paleoclimatic reconstruction across the archipelago. However, inter-site differences underscore the complexity of climatic responses in the Canary Islands, driven by pronounced mesoclimatic variability and shifting vegetation belts.

Keywords: Paleoenvironment, Paleoclimate, Canary Islands, Siliceous particles, phytoliths, microalgae

A 7,300-year record of climate variability in the southern Iberian Peninsula from the mineralogy and geochemistry of sediments from Laguna de Cerero playa-lake (Málaga Province)

Fernando Gázquez-Sánchez[1,2], Jorge Cañada-Pasadas[1,2], Lucía Martegani[1,2], Ana Isabel Sánchez-Villanueva[1,2], Claudia Voigt[3], Antonio García-Alix[4] and Gonzalo Jiménez-Moreno[2]

[1] Centro Andaluz para el Cambio Global – Hermelindo Castro (ENGLOBA). Universidad de Almería, España
[2] Departamento de Biología y Geología. Universidad de Almería, España
[3] Institute of Soil Science and Site Ecology, TU Dresden, Tharandt, Alemania,
[4]Departmento de Estratigrafía y Paleontología, Universidad de Granada, España

f.gazquez@ual.es; jcp697@ual.es; lm263@ual.es; anabelsv@ual.es; claudia.voigt@tu-dresden.de; agalix@ugr.es, gonzaloj@ugr.es

Abstract: Permanent lakes are scarce in the lowlands of the southern Iberian Peninsula; however, over 60 ephemeral playa lakes and ponds are scattered across the Andalusia region, most of whose sediments remain unexplored for paleoclimate reconstruction. Here, we investigate a 2.3-m-long sediment core (CER-01) retrieved from Laguna de Cerero Lake, in northern Málaga Province. The age model, constrained by eight radiocarbon dates, indicates that the sequence spans the last 7.3 ka. The mineralogy of core CER-01 is dominated by gypsum, calcite, quartz, and clay minerals, which exhibit marked changes with depth. Quartz and clay contents gradually increased after ~3,000 yr BP and reached a maximum at ~1,700 cal yr BP, coinciding with a pronounced decrease in calcite. Millimetre- to centimetre-thick gypsum layers interbedded with calcitic mudstone appear after ~1,600 cal yr BP and persist to the present. The S/Si ratio closely tracks the occurrence of gypsum, whereas the Si/K ratio shows an increase over the last 2,000 years, decoupled from the quartz and clay contents, which decline sharply after their maximum at ~1,700 cal yr BP. This decoupling between Si-bearing minerals and bulk Si could be interpreted as reflecting greater contribution of amorphous biogenic silica during the last two millennia, probably related to enhanced diatom proliferation. A similar upward trend is observed in the P/Ti ratio, suggest enhanced in-lake primary productivity, likely dominated by algae as indicated by C/N ratio lowering. Overall, the CER-01 record documents pronounced hydrological changes, particularly from the 10th century BCE onward, marked by increased runoff and catchment erosion peaking around the 2nd-3rd century CE. These relatively wetter conditions coincide with the Iberian–Roman Humid Period. Subsequently, the lake evolved into an ephemeral system from the IV CE and onward, similar to present-day conditions, with increased salinity indicated by widespread gypsum deposition. These lower lake levels and more variable hydrological conditions favored algal biomass production that intensified in the last centuries.

Acknowledgements: This study was funded by the projects PID2021-123980OA-I00 (GYPCLIMATE), PID20231-125619OB-C21 and PALEONET (RED24-153734-T) of the Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Palabras clave: lake sediments, gypsum, playa-lake.

Dinámica forestal y resiliencia de las coníferas y frondosas en el sur de Iberia: La Sierra de las Nieves como refugio interglaciar durante el Holoceno

Francisca Fernández Castaño, Rubén Pardo Martínez, Alejandro López Avilés, José Antonio Olmedo Cobo y José Gómez Zotano

Departamento de Análisis Geográfico Regional
y Geografía Física. Universidad de Granada

franciscafc@ugr.es; rubenpardo@ugr.es; lopezaviles@ugr.es;
jaolmedo@ugr.es; jgzotano@ugr.es

Resumen: Los ecosistemas de montaña presentan una elevada sensibilidad a perturbaciones ambientales y climáticas, lo que los convierte en espacios privilegiados para el estudio de la evolución de los bosques orófilos frente a los procesos de cambio global. En este contexto, las aproximaciones paleoecológicas constituyen una herramienta fundamental para el análisis y comprensión de las dinámicas de la vegetación en el pasado. El Parque Nacional de la Sierra de las Nieves (Serranía de Ronda), situado en el sector suroccidental de la cordillera Bética, constituye un enclave montañoso de alto valor ecológico y biogeográfico, reconocido como refugio de flora y de singulares bosques endémicos de carácter relictual y amenazado, caso de los pinsapares de Abies pinsapo y los quejigales de Quercus faginea subsp. Alpestris que se sitúan en su límite altitudinal. Sin embargo, pese a su singularidad ecológica, la paleobiogeografía de estas y otras formaciones arbóreas de la Sierra de las Nieves no ha sido suficientemente caracterizada hasta la fecha. Para subsanar este déficit, se aplica el método pedoantracológico basado en el análisis, identificación taxonómica y datación radiocarbónica de carbones preservados en suelos naturales. Los resultados obtenidos permiten la reconstrucción paleobiogeográfica a escala local y aportan nuevas evidencias sobre la dinámica holocena de los bosques de montaña del espacio protegido. Se documenta por primera vez la presencia pretérita de Pinus tipo nigra/sylvestris en la Sierra de las Nieves, un grupo taxonómico actualmente ausente de forma natural en este conjunto montañoso, donde únicamente se encuentra asociado a repoblaciones forestales. Asimismo, se han identificado nuevas paleopoblaciones de Abies pinsapo y Taxus baccata en enclaves donde estos taxones no están presentes en la actualidad. Una información que, en su conjunto, permite confirmar la existencia de una distribución pretérita más amplia de los bosques de coníferas de montaña en el sector occidental de la cordillera Bética. En conjunto, estos resultados refuerzan el papel de la Sierra de las Nieves como refugio climático y biogeográfico a lo largo del Holoceno, aportando información clave para la gestión adaptativa de los ecosistemas de montaña frente al actual cambio global.

Palabras clave: paleobiogeografía, paleoambiente, carbón vegetal, dinámicas de la vegetación, Parque Nacional.

Primeras evidencias pedoantracológicas de Betula sp. y Alnus sp. por encima del límite arbóreo actual en Sierra Nevada (SE España) durante el Holoceno: implicaciones paleoambientales

Alejandro López-Avilés, Rubén Pardo-Martínez, Francisca Fernández-Castaño, José Antonio Olmedo-Cobo y José Gómez-Zotano

Departamento de Análisis Geográfico Regional
y Geografía Física (Universidad de Granada)

lopezaviles@ugr.es; rubenpardo@ugr.es; franciscafc@ugr.es;
jaolmedo@ugr.es; jgzotano@ugr.es

Resumen: Sierra Nevada constituye uno de los principales enclaves de biodiversidad vegetal del Mediterráneo occidental, resultando un entorno óptimo para la realización de estudios paleoecológicos que permitan comprender la evolución paleoambiental y paleoclimática en el sur de la península ibérica. Sin embargo, las investigaciones desarrolladas hasta la fecha se han basado, en gran medida, en análisis palinológicos, limitando así la resolución espacial y altitudinal de las reconstrucciones paleobiogeográficas en Sierra Nevada. En este contexto, la aplicación de la pedoantracología se presenta como una herramienta complementaria de gran valor, al permitir identificar restos de carbón vegetal in situ y reconstruir, con mayor precisión, la distribución pasada de taxones forestales de alto interés ecológico y paisajístico. Partiendo de estas premisas, el objetivo principal de esta investigación es implementar, por primera vez en Sierra Nevada, el método pedoantracológico, basado en la cuantificación e identificación taxonómica del carbón vegetal conservado en suelos naturales, para su posterior control cronológico mediante dataciones radiocarbónicas. Concretamente, se ha llevado a cabo una serie de catas pedoantracológicas en la Dehesa del Camarate, área geográfica localizada en la vertiente norte del macizo nevadense, con el fin de aportar nuevas evidencias sobre la dinámica forestal durante el Holoceno. Se parte de la hipótesis de que determinados taxones mesófilos pudieron ocupar cotas superiores al límite arbóreo actual, favorecidos por condiciones ambientales más cálidas y húmedas que las actuales. Los resultados preliminares muestran importantes variaciones en el contenido de carbón vegetal a lo largo de las distintas secuencias edáficas, así como cambios significativos en la composición y dinámica de los bosques desde el Holoceno Medio. Destaca la identificación de taxones forestales ribereños, como Alnus sp. y Betula sp., por encima del límite arbóreo actual. El hallazgo in situ de Betula sp. a esta altitud, donde según estudios palinológicos previos se consideraba extinta o relicta –en el mejor de los casos–, supone un hito paleobiogeográfico y paleoecológico, y sugiere condiciones de mayor humedad en esta área geográfica, así como la posible existencia de topomicroclimas locales en Sierra Nevada, en un contexto de progresiva aridificación climática regional durante los últimos cinco milenios.

Palabras clave: Pedoantracología; Paleobiogeografía; Paleoecología; Paleoclimatología; Holoceno.

History of the contribution of the Antarctic Ice Sheet to sea-level rise: From the Last Glacial Cycle to future projections

Santiago Tesouro[1], Jorge Álvarez-Solas[2], Javier Blasco[3], Alexander Robinson[3], Jan Swierczek-Jereczek[1] and Marisa Montoya[1,2]

[1] Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España
[2] Instituto de Geociencias, CSIC-UCM, Madrid, España
[3] Alfred Wegener Institute, Helmholtz Centre for Polar and Marine Research, Potsdam, Alemania

stesouro@ucm.es

Resumen: Future projections of the Antarctic Ice Sheet (AIS) contribution to sea-level rise remain deeply uncertain, even though it represents the largest potential source, with an ice volume equivalent to 58 m of global mean sea level. A major source of uncertainty lies in the representation of fundamental ice-sheet processes, including basal dynamics, ice-ocean interactions, and solid-Earth feedbacks associated with glacial isostatic adjustment (GIA). Many previous studies estimate the Antarctic sea-level contribution (SLC) from ice sheets initialized in equilibrium with present-day climate. This assumption, however, is contradicted by observations, as satellite and in situ data show that the AIS is currently losing mass, reflecting both ongoing anthropogenic forcing and a delayed response to the last deglaciation. Here we adopt a different approach by simulating the evolution of the AIS across a full Last Glacial Cycle, thereby accounting explicitly for its long-term transient state. We use the ice-sheet model Yelmo coupled to the GIA model Fastisostasy and perform an ensemble of simulations that accounts for uncertainties in key process representations. The climatic forcing combines PMIP3 ensemble-mean reconstructions of the Last Glacial Maximum and present-day climate, modulated by an index derived from Antarctic ice-core records. Our experiments are initialized in the Last Interglacial and discriminated based on their agreement with geological constraints from the LGM and the deglaciation, as well as present-day observations. These paleo-constrained simulations are then used to quantify the sensitivity of the AIS to different future climate scenarios.

Palabras clave: Ice-sheet modelling, Last Glacial Cycle, Paleoclimate, sea-level rise.

Is the Late-Twentieth-Century NAO Unprecedented? Evidence from Two Millennia of Palaeoclimate Reconstructions

Laura Boyall[1], Adam Scaife[2], Ashley Abrook[3], Amen Al-Yaari[4], Alice Carte-Champion[5], Daisy Fallows[3], Katy Flowers[5], Paul Lincoln[6], Simon Blockley[5], Achim Brauer[7], Armand Hernandez[8], Gordon Inglis[3], Pete Langdon[3], Alice Milner[5], Antti Ojala[8], Didier Swingedouw[4], and Celia Martin Puertas[5]

[1] School of Ocean Science, Bangor University, Bangor, UK
[2] Met Office Exeter, UK
[3] School of Geography and Environmental Science, University of Southampton, Southampton, UK
[4] EPOC, University of Bordeaux, Pessac, France
[5] Geography Department, Royal Holloway University of London, Egham, UK
[6] Department of Geography, Kings College London, London, UK
[7] GFZ Potsdam, Potsdam, Germany
[8] Department of Geography and Geology, University of Turku, 20014 Turku, Finland

laura.boyall@bangor.ac.uk

Abstract: The North Atlantic Oscillation (NAO) is a dominant mode of atmospheric variability that exerts a strong influence on European weather, energy systems, and agricultural productivity across interannual to decadal timescales. Instrumental observations indicate a persistently positive NAO phase during the late twentieth century (1960s-1990s), raising the possibility that anthropogenic forcing is altering NAO persistence and variability. However, the relatively short instrumental record limits our ability to determine whether this behaviour is a result of increased anthropogenic forcing, or a longer-term climate cycle. Here, we investigate NAO variability over the past two millennia using a spatially extensive network of annually resolved palaeoclimate reconstructions from Europe and the North Atlantic region. We combine new lake-based temperature reconstructions derived from μXRF proxy data using the Bayesian SCUBIDO model with annually resolved temperature records from the PAGES 2k (Temp2k) database. Together, these datasets provide robust temporal coverage and improved spatial representation of regional climate variability beyond the instrumental era. We apply a rotated empirical orthogonal function (EOF) analysis to the combined reconstruction network and identify a leading mode of variability that closely matches the canonical spatial fingerprint of the NAO. This reconstructed NAO-like mode enables an assessment of changes in amplitude and persistence from centennial to decadal timescales. Our initial results show that the prolonged positive NAO phase observed during the late twentieth century is rare within the context of the last 2,000 years, with only a small number of independent decades reaching comparable magnitudes. These findings suggest that recent NAO behaviour is unusual relative to natural variability and is consistent with an emerging influence of anthropogenic forcing on large-scale atmospheric circulation, proving important information for decision makers and planners.

Keywords: Climate Change, Palaeoclimate, Atmospheric Variability, Proxy Reconstructions

Doscientos años de variabilidad hidroclimática en el sector central del valle del Ebro: reconstrucción dendrocronológica con Pinus halepensis (s.XIX–2024)

Roberto Serrano Notivoli, Luis Alberto Longares Aladrén, Álvaro Tena Pagán, Miguel Ángel Saz Sánchez y Martín de Luis Arrillaga

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA). (Universidad de Zaragoza)

roberto.serrano@unizar.es

Resumen: Este trabajo presenta una reconstrucción hidroclimática para el sector central del valle del Ebro, abarcando un periodo continuo desde el siglo XIX hasta la actualidad. El objetivo principal es caracterizar la variabilidad interanual de la disponibilidad hídrica en una de las regiones más áridas de la península ibérica, utilizando como indicador biológico el crecimiento radial de Pinus halepensis Mill., especie que presenta una elevada sensibilidad a la señal climática en ambientes con marcado déficit hídrico.

La metodología se fundamenta en el desarrollo de diversas cronologías distribuidas estratégicamente por la depresión del Ebro. Para esta investigación, se ha ampliado significativamente el esfuerzo de muestreo, incluyendo cuatro localizaciones clave que permiten capturar la representatividad espacial de la zona: el Parque Natural de las Bardenas Reales (Navarra), Fraga (Huesca), la Sierra de Alcubierre (Zaragoza) y Villanueva de Gállego (Zaragoza). En cada uno de estos emplazamientos se seleccionaron ejemplares maduros combinados con otros de edades diversas para resaltar la señal climática común.

La integración de estas cronologías ha permitido generar una serie climática continua de más de 200 años, proporcionando una perspectiva histórica fundamental sobre la recurrencia y severidad de las sequías en el sector central del valle del Ebro. Los resultados obtenidos permiten identificar periodos de estrés hídrico extremo que, en ocasiones, superan la magnitud de los registros instrumentales recientes. Esta reconstrucción a largo plazo tiene implicaciones críticas para la planificación y gestión de los recursos hídricos en un escenario de cambio global, ya que ofrece un marco de referencia robusto para discernir entre la variabilidad natural del sistema y las tendencias actuales de aridificación. Asimismo, la solidez de la señal climática obtenida refuerza el valor de P. halepensis como herramienta esencial para el diseño de estrategias de adaptación ante eventos climáticos extremos en ecosistemas mediterráneos semiáridos.

Palabras clave: Dendroclimatología, Pinus halepensis, valle del Ebro, precipitación, reconstrucción climática.

Evaluado la relación polen-clima para reconstrucciones paleoclimáticas en islas oceánicas

Pilar Martin-Ramos[1,2]; Alvaro Castilla-Beltrán[1,2], Sandra Nogué[3,4] y Lea de Nascimento[1]

[1] Island Ecology and Biogeography Group, Instituto Universitario de Enfermedades Tropicales y Salud Pública de Canarias, Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna, España
[2] Departamento de Geografía e Historia, Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna, España
[3] Departament de Biologia Vegetal, Biologia Animal i d'Ecologia (BABVE), Universitat Autònoma de Barcelona, Belaterra, España
[4] CREAF, Bellaterra, España

mmartira@ull.edu.es

Resumen: Las técnicas estadísticas de reconstrucción climática basadas en funciones de densidad de probabilidad permiten inferir condiciones climáticas pasadas a partir de proxies fósiles y datos modernos de calibración. Sin embargo, métodos como CREST (Climate REconstruction SofTware) se apoyan habitualmente en bases de datos globales que pueden no representar adecuadamente las relaciones clima-vegetación en regiones con elevada complejidad topográfica, marcada variabilidad climática y altos niveles de endemicidad, como las islas oceánicas.

En este estudio se evalúa la aplicabilidad del enfoque CREST en el archipiélago canario mediante una calibración regional de la relación entre clima y polen. Para ello, se analizaron muestras de polen moderno procedentes de sitios con variables climáticas y vegetación conocidas . A partir de estos datos se reconstruyeron variables climáticas empleando CREST con dos fuentes de calibración diferentes.

Por un lado, se utilizó la base de datos global por defecto de CREST, derivada del Global Biodiversity Information Facility (GBIF), que integra datos de presencia de proxies biológicos junto con un conjunto de variables climáticas y ambientales agregadas en una malla global con una resolución espacial aproximada de 0,083°. Por otro, se empleó un conjunto de datos regional de alta resolución desarrollado específicamente para este estudio, que integra cartografía climática de 100 × 100 m, un modelo digital de elevaciones de 5 m y datos de presencia de taxones agregados en unidades espaciales de 500 × 500 m.

Los resultados muestran que la calibración regional incrementa la precisión y la coherencia ecológica de las reconstrucciones climáticas, lo que pone de manifiesto la necesidad de regionalizar los enfoques paleoclimáticos basados en proxies biológicos, especialmente en contextos insulares complejos como Canarias.

Palabras clave: reconstrucción proxy, modelización paleoclimática, bases de datos, islas oceánicas

Análisis de los cambios de temperatura, su amplitud y su cronología durante las transiciones climáticas rápidas de la última deglaciación en el Pirineo Central

Ana Moreno[1], Daniel Muñoz-López[2], Juan Luis Bernal-Wormull[3], Miguel Bartolomé[4], Carlos Pérez-Mejías[5], Eneko Iriarte[6], Martín Arriolabengoa[7], Christoph Spötl[2], Yuri Dublansky[2], Larry R. Edwards[8], Hai Cheng[5], Ángela Ara[1], Antonio García-Alix[9], Marta Marchegiano[9], Marta Rodrigo-Gámiz[9], Blas L. Valero-Garcés[1]

[1] Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC, Zaragoza, España
[2] Institute of Geology, University of Innsbruck, Innsbruck, Austria
[3] Department of Environmental Sciences, University of Basel, Basel, Suiza
[4] Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, España
[5] Institute for Global Environmental Change, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China
[6] IsoTOPIK Lab, Universidad de Burgos, Burgos, España
[7] Universidad del País Vasco, Leioa, España
[8] University of Minnesota, Minneapolis, Estados Unidos
[9] Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Universidad de Granada, Granada, España

amoreno@ipe.csic.es; ara@ipe.csic.es; blas@ipe.csic.es

Resumen: Las reconstrucciones cuantitativas robustas de la temperatura en entornos continentales siguen siendo un desafío debido a las limitaciones en la calibración de los proxies, el control cronológico y las incertidumbres analíticas. Estos problemas son particularmente críticos cuando se investigan transiciones climáticas rápidas, como la última deglaciación (19–11 ka BP), durante la cual se han documentado cambios bruscos de temperatura, especialmente en registros de sondeos de hielo y en sedimentos marinos. En los Pirineos (norte de España), varios registros de cuevas y lagos, bien datados y de alta resolución, ofrecen una oportunidad excepcional para estudiar estos cambios rápidos en un entorno continental de latitudes medias.

Este estudio tiene como objetivo identificar eventos climáticos abruptos como el evento Heinrich 1, el Bølling–Allerød y el Younger Dryas, cuantificar la magnitud de los cambios de temperatura asociados y precisar el momento exacto de estas transiciones en la región de estudio. Se aplica un enfoque multiproxy a espeleotemas y sedimentos lacustres, incluyendo isótopos agrupados (clumped isotopes), análisis de inclusiones fluidas y biomarcadores lipídicos. Al integrar estos proxies de paleotemperatura independientes, evaluamos la coherencia de las señales térmicas reconstruidas a lo largo de un transecto altitudinal hasta ambientes de alta montaña.

Los resultados preliminares para el Younger Dryas indican un cambio de 2–3 ‰ en el $\delta^{18}O$ de espeleotemas al inicio del evento, correspondiente a una disminución abrupta de la temperatura de aproximadamente 5°C. Esta señal está respaldada por mediciones isotópicas en inclusiones fluidas de los mismos espeleotemas y por reconstrucciones basadas en biomarcadores de tres lagos de montaña en el Pirineo Central: Basa de la Mora, Tramacastilla y Estanya. La magnitud de este enfriamiento es aproximadamente el doble de la simulada por los modelos climáticos globales para Europa, lo que sugiere ya sea una amplificación de los cambios de temperatura en ambientes montañosos no captada por los modelos o la influencia de un mecanismo regional previamente poco reconocido que afectó al sur de Europa durante la última deglaciación.

Palabras clave: deglaciación, paleotemperaturas, Pirineo, registros lacustres, espeleotemas.

Reconstructing past oceanic CO_2: the case of the Southern Ocean

Alejandra Sánchez-Roda[1], Eva Calvo[1], Leopoldo D. Pena[2], Eduardo Paredes[2,3], César N. Rodríguez-Díaz[1] y Carles Pelejero[1,4]

[1] Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona
[2] GRC Geociències Marines, Departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà, Universitat de Barcelona, Barcelona, Spain
[3] Centres Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona (CCiTUB), Barcelona, Spain.
[4] Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats, Barcelona

alejandrasanchez@icm.csic.es; ecalvo@icm.csic.es; cnrodriguez@icm.csic.es; lpena@ub.edu; eduardo.paredes@ub.edu; carles.pelejero@icrea.cat

Abstract: The Southern Ocean is one of the largest oceanic carbon sinks, absorbing around 40% of the anthropogenic atmospheric CO_2 taken up by the global oceans. However, its capacity to store carbon varies both temporally and spatially. One approach that can help predict how this uptake may change is through paleoclimate studies, for example by analysing glacial–interglacial variations—periods during which atmospheric CO_2 fluctuated significantly. In this work, we contextualize this approach by comparing modern data with published paleoreconstructions of pH and pCO_2. In addition, we present a new reconstruction of these parameters based on boron isotope analysis in planktonic foraminifera from the last 150 kyr, obtained from a sediment core south of Tasmania. This methodology enables the reconstruction of past oceanic pH and, from it, the estimation of partial pressure of CO_2. By comparing these values with atmospheric CO_2 concentrations derived from Antarctic ice cores, we can determine whether a given oceanic region acts as a carbon source or sink of CO_2. This, in turn, allows us to examine how the ocean's carbon storage capacity changes and to evaluate the mechanisms driving these variations. Preliminary results suggest certain degree of CO_2 outgassing, likely local in nature and restricted to the study area, associated with predominantly winter conditions characterized by brief episodes of vertical water-column mixing that enhance CO_2 release. Reconstructions such as these provide a more detailed understanding of ocean functioning and its relationship with the climate system.

Keywords: Foraminifera, boron isotopes, Southern Ocean, carbon cycle, paleoceanography

Variabilidad ambiental y antropogénica durante los últimos 4200 años en el lago de Montmalús (Pirineo Central)

Marcel-Saïd Galofré Penacho1, Antonio Delgado Huertas1,
Juan Pablo Corella Aznar2, Ramon Copons Llorens3, Benjamin Komac3;
Isabel Rodríguez Veiga4, Alejandra Vicente de Vera5,
Dácil Rodríguez Rondón5 y Blas Valero Garcés5

[1]Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra – CSIC
[2] Museo Nacional de Ciencias Naturales – CSIC
[3] Andorra Recerca + Innovació (AR+I)
[4] Departamento de Medio Ambiente, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)
[5]Instituto Pirenaico de Ecología – CSIC

marcel.galofre@csic.es; a.delgado@csic.es; pablo.corella@mncn.csic.es; ramon.copons@gmail.com; bkomac@ari.ad; isabel.rodriguez@ciemat.es; drodriguez@ipe.csic.es, blas@ipe.csic.es

Resumen: Los lagos de alta montaña son ecosistemas sensibles que responden rápidamente a las fluctuaciones ambientales, por lo que son indicadores eficaces del cambio global. Este estudio presenta una investigación multiproxy en el lago de Montmalús (2433 m s. n. m., Pirineo Central, Andorra), basada en sensores de temperatura instalados en 2017 y en dos sondeos realizados en zonas proximales y distales del lago. El trabajo integra análisis sedimentológicos, químicos e isotópicos con el fin de reconstruir la evolución ambiental a lo largo del Holoceno.

Hemos identificado eventos sedimentarios a lo largo del registro sedimentario asociados a eventos de alta energía. Su frecuencia e intensidad aumentaron al final de la pequeña edad de hielo (1700-1850 E. C.), mientras que durante el período 3000 - 2000 a. E. C. se registraron los valores más bajos del Meghalayense. La acumulación y las características de la materia orgánica también muestran una variabilidad pronunciada, controlada por aportes externos y por la productividad interna. En particular, durante el período húmedo romano (200 a. E. C. - 300 E. C.) y el período frío de la Alta Edad Media (400 - 765 E. C.) se da un aumento en la acumulación de materia orgánica, las facies sedimentarias, las relaciones C/N y la composición isotópica del nitrógeno indican episodios de mayor alteración de la cuenca. Las últimas tres décadas destacan como el período de mayor productividad de todo el registro y coinciden con periodos más largos de anoxia hipolimnética. El estudio de metales pesados como el plomo, el mercurio y el arsénico revela que, si bien durante la Revolución Industrial aumentaron sustancialmente las emisiones atmosféricas, períodos pasados como la época romana también muestran un enriquecimiento significativo, en algunos casos cercano a las concentraciones de la era industrial. El registro de Montmalús pone de manifiesto la complejidad de las interacciones pasadas entre el lago y la cuenca hidrográfica, y contribuye a la comprensión de los cambios recientes debidos al aumento de las temperaturas y al incremento de las actividades antropogénicas.

Palabras clave: Holoceno, Cambio climático, paleolimnología, paleoclima.

Comprendiendo las dinámicas de los lagos alpinos del Pirineo. Monitorización del presente y modelización del futuro en un contexto de cambio global.

Dácil Rodríguez Rondón, Jorge Pey y Blas Valero Garcés

Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)

drodriguez@ipe.csic.es; jorge.pey@ipe.csic.es; blas@ipe.csic.es.

Resumen: Los lagos de alta montaña del Pirineo son centinelas sensibles a las variaciones climáticas y a las presiones antrópicas. Su reducida alteración directa, sus condiciones oligotróficas y su gran dependencia de los forzamientos atmosféricos los convierten en grandes detectores de los cambios ambientales. Asimismo, representan un recurso de alto valor hídrico y ecosistémico para las comunidades pirenaicas.

En este trabajo se analiza el régimen térmico de varios lagos de los Pirineos utilizando una combinación de datos extraídos de la monitorización in situ y la modelización. Se utilizan series temporales de datos diarios obtenidos de sensores de temperatura colocados a distintas profundidades, junto con datos meteorológicos (temperatura atmosférica, radiación solar, viento, precipitación). Empleando estos datos, se implementa el General Lake Model (GLM), un modelo hidrodinámico unidimensional que permite simular la estructura térmica de la columna de agua, su estratificación y mezcla, los periodos de duración de cada fase y la evolución de la cobertura de hielo.

La calibración y validación del modelo permiten evaluar su aplicabilidad en estos lagos a la hora de reproducir la dinámica intra-anual observada y estimar indirectamente variables como el alcance de la mezcla y su efecto sobre la disponibilidad de oxígeno. Además, se realizan simulaciones bajo diferentes escenarios climáticos para analizar posibles variaciones en el comportamiento del régimen térmico, la disponibilidad de nutrientes y de oxígeno.

Los resultados preliminares apuntan a un alargamiento del periodo estratificado y un retraso en el comienzo del periodo de mezcla, lo que podría favorecer condiciones de anoxia en el hipolimnion de algunos lagos y alterar los procesos biogeoquímicos. Este estudio contribuye a mejorar la comprensión de la respuesta de los ecosistemas lacustres de alta montaña frente al cambio climático y proporciona herramientas útiles para su gestión y conservación en el contexto pirenaico.

Palabras clave: Modelización, lagos alpinos, régimen térmico, dinámicas lacustres.

El retroceso del permafrost: evolución en los últimos 2000 años a partir de simulaciones y reconstrucciones

Félix García-Pereira[1], Fidel González-Rouco[1] y Nagore Meabe-Yanguas[1,2]

[1] Instituto de Geociencias, IGEO (CSIC-UCM), Madrid, Spain
[2] Universidad Complutense de Madrid (UCM), Madrid, Spain

felgar03@ucm.es

Resumen: El permafrost, elemento característico del clima de latitudes altas, se está degradando rápidamente en las últimas décadas como consecuencia del calentamiento global. Uno de los indicadores más claros de esta degradación es la reducción de su extensión superficial. Aunque el retroceso reciente está bien documentado, pocos estudios han contextualizado este cambio de extensión en relación con la variabilidad natural preindustrial.

En este trabajo mostramos, a partir de datos de temperatura del aire de múltiples simulaciones del Paleoclimate Modelling Intercomparison Project (PMIP), productos de reanálisis y reconstrucciones en rejilla, que el retroceso reciente del permafrost no tiene precedentes en, al menos, los últimos 2000 años. Para ello, utilizamos un método de estimación probabilística de existencia de permafrost basado en la relación entre la temperatura media anual del aire y del suelo (PROB). De acuerdo con los distintos conjuntos de datos analizados, la superficie de permafrost se ha reducido entre 1,2 y 3,6 millones de km² respecto a las condiciones preindustriales, siendo las mayores pérdidas las registradas en los márgenes meridionales del permafrost discontinuo. Se estima que estas regiones albergan entre 39 y 152 Pg de carbono orgánico del suelo, actualmente expuesto a una posible descomposición microbiana. Las emisiones resultantes podrían haber amplificado ya el calentamiento global en aproximadamente 0,22 °C, con implicaciones de gran alcance para el entorno pan-ártico y la estabilidad climática global.

Palabras clave: Permafrost, carbono órganico, cambio climático.

Reconstructing 400 years of streamflow in the upper Llobregat basin (Catalonia, Spain) using stable isotopes in tree rings

Guillem Lloberas-Millan[1], Jordi Tusset[2], Carles Balasc[3], Emilia Gutierrez[4], Roberto Molowny-Horas[1], Mariano Barriendos[5], David Pino[6], Filippo Del Stabile[1], J. Barriendos[1], Clara Rodriguez-Morata[7], Laia Andreu-Hayles[1,8,9]

[1]CREAF, Bellatera, Barcelona, Spain.
[2]Fluvial Dynamics Research Group (RIUS), University of Lleida, Lleida, Spain.
[3]ETSEA, Universitat de Lleida, Lleida, Spain.
[4]University of Barcelona, Barcelona, Catalonia, Spain.
[5]IDAEA-CSIC, Institute of Environmental Assessment and Water Research, Spanish Research Council, Barcelona, Spain.
[6]Universitat Politècnica de Catalunya, Department of Physics, Barcelona, Spain.
[7]Naturalis Biodiversity Center, Leiden
[8]Catalan Institution for Research and Advanced Studies (ICREA), Barcelona, Spain
[9]Lamont–Doherty Earth Observatory of Columbia University, Palisades, New York, USA

g.lloberas@creaf.cat

Resumen: The Ter-Llobregat basin system, located in Catalonia, supplies water to more than 100 municipalities, including Barcelona, serving a population of approximately 5 million. Recently, severe water shortages have prompted emergency measures to restrict consumption. Given the limited and fragmented nature of historical streamflow records, a deeper understanding of past hydrological dynamics is crucial. Tree-ring data has shown considerable potential for reconstructing streamflow series from limited instrumental data. Here we present a four-century streamflow reconstruction for the upper course of the Llobregat River basin using streamflow data and stable oxygen ($\delta^{18}O$) and carbon isotope (δ13C) tree-ring chronology from a Pinus uncinata forest growing on the Pedraforca mountain (42°14′23.79″N, 1°42′10.58″E, 2,497 m.a.s.l.) in Catalonia, Spain. For the same period, we also examine historical flood events that occurred across the basin based on typology (fluvial or pluvial), intensity, and seasonality. Despite the challenges posed by short, discontinuous instrumental records, we obtained robust mean reconstruction statistics with models built using 24 years of non-continuous streamflow data applying a leave-N-out calibration-validation procedure. This demonstrates the potential of the tree-ring isotopic chronologies. Indeed, the $\delta^{18}O$ and δ13C records achieved significant correlation values up to –0.671 and –0.71, respectively, with mid-to-late summer total runoff streamflow records, while the ring-width chronology shows no-clear sensitivity to hydrological variability. The resulting streamflow reconstructions span the period 1600–2002. The $\delta^{18}O$-based model explains about 25% of the variance in the instrumental period, whereas the $\delta^{13}C$-based model explains up to 40%, providing valuable insight into wet and dry periods and extreme years over the past four centuries. Future work including older trees and additional tree-ring sites in the study region could further extend and improve the streamflow reconstruction beyond 400 years. This four-century streamflow reconstruction provides the first benchmark to characterize natural variability and extremes in the upper Llobregat basin. Placing recent hydrological variability in a centennial-scale long-term perspective is essential for improving water resources management approaches and supporting local-scale risk planning.

Palabras clave: stable isotopes, streamflow, floods, tree-rings

Late Quaternary paleoclimatic changes on the Canary Islands (Northeast Atlantic) in a regional context: A Review

Alvaro Castilla-Beltrán[1,2], José María Fernández-Palacios[2], Enrique Fernández-Palacios[2,3], María del Pilar Martín Ramos[2], Hans von Suchodoletz[4], Christopher-Bastian Roettig[5], Lea de Nascimento[2]

[1] Cátedra de Reducción del Riesgo de Desastres y Ciudades Resilientes. Grupo de Investigación GEORIESGOS. Departamento de Geografía e Historia de La Universidad de La Laguna (España)
[2] Island Ecology and Biogeography Group, Instituto Universitario de Enfermedades Tropicales y Salud Pública de Canarias (Universidad de La Laguna).
[3] Institute of Prehistoric and Protohistoric Archaeology (CAU) (Kiel University, Germany).
[4] Institute of Geography, (Leipzig University, Germany).
[5] Dresden University of Technology (Germany).

acastilb@ull.edu.es

Resumen: Past climate variability has exerted a fundamental control on oceanic and atmospheric circulation patterns in the Eastern Atlantic, shaping environmental conditions and ecosystems across the Macaronesian region. The Canary Islands, located at the center of Macaronesia (Azores, Canary Islands, Cabo Verde), harbor numerous endemic species, whose persistence suggests a considerable resilience to external perturbations during the Late Quaternary. However, existing paleoclimatic studies of the archipelago are often fragmented and poorly integrated within the broader regional context. Here, we review the published literature on paleoenvironmental records from the Canary Islands and the wider Eastern Atlantic–Macaronesian region to synthesize current knowledge of past climate scenarios and their environmental implications. We focus on key periods characterized by contrasting climatic conditions—the Last Glacial Maximum, the Deglaciation, the African Humid Period, and Late Holocene positive and negative phases of the North Atlantic Oscillation (NAO). By comparing evidence from paleoenvironmental records with proposed models of oceanic currents and wind regimes, we identify major research gaps and outline priorities for future studies aimed at improving the understanding of past environmental dynamics and their relevance for anticipating future climate shifts.

Palabras clave: Quaternary, Paleoclimate, Canary Islands, Macaronesia, Review.

Weather and Sea conditions during the Battle of Santa Cruz de Tenerife (22–25 July 1797). A Reconstruction

Constantino Criado Hernández

Former Professor of Physical Geography (ULL)

tinocriado@gmail.com

Resumen: Between 22 and 25 July 1797, a fleet of the British Royal Navy arrived at the port of Santa Cruz de Tenerife. It consisted of nine ships, carrying 394 guns and more than 2,000 men. The fleet was commanded by Rear Admiral Horatio Nelson. The military action ended in a British defeat, with the loss of a small vessel (the cutter HMS Fox), 146 men, and a high number of wounded (105, including Lord Nelson himself). There are numerous written sources (both British and Spanish) concerning this battle, as well as two watercolours painted by two Royal Navy officers. The similarity between one of these paintings and a photograph taken on 22 July 2004 (showing the same landscape) leads to the conclusion that, during the British attack, the Canary Islands experienced an intense heat wave caused by the arrival of Saharan air, resulting from winds circulating around a low-pressure system located over the Maghreb.

We carefully studied the meteorological conditions between 22 and 25 July 2004 using Meteosat satellite images, atmospheric soundings, weather maps (INM), and meteorological records (temperature, humidity, and winds) provided by the INM and Puertos del Estado. We conclude that, during the attack in July 1797, the weather was very similar to the conditions analysed for July 2004, with very high temperatures in the city of Santa Cruz and its surroundings, and winds too weak to move the Royal Navy's sailing ships.

Furthermore, the wave conditions during the landing on the night of 24–25 July 1797 may have been related to a long-period (T) southerly swell generated by a major storm in the South Atlantic Ocean. We conclude that the meteorological and oceanographic conditions were unfavourable both for the manoeuvre of sailing ships near the coast and for the landing operation. In addition, the heat wave and poor reconnaissance of the terrain caused some casualties due to heatstroke and falls during the capture of Mesa del Ramonal mountain.

Key words: Weather reconstruction, Saharan air invasion, Trade-winds, Heatwave, Battle of Santa Cruz de Tenerife

Incorporación de la dimensión temporal al análisis del riesgo de inundaciones sobre el patrimonio cultural

Andrés Díez Herrero[1], Daniel Vázquez Tarrío[1], María Teresa Gil Muñoz[2], Javier Martínez-Martínez[1] y Virginia Santamarina-Campos[3]

[1] Centro Nacional Instituto Geológico y Minero de España (IGME, CSIC)
[2] Universidad Complutense de Madrid (UCM)
[3] Universitat Politècnica de València (UPV)

andres.diez@igme.es; d.vazqueztarrio@igme.es; javier.martinez@igme.es; mariatgi@ucm.es; virsanca@upv.es

Resumen: El análisis y la gestión de los riesgos por avenidas e inundaciones fluviales sobre elementos patrimoniales se han centrado en parámetros mecánicos de la peligrosidad, tales como la profundidad de la lámina de agua y la velocidad del flujo, así como en variables probabilísticas como la frecuencia de inundación o los periodos de retorno. Sin embargo, estos enfoques han relegado sistemáticamente la dimensión temporal del fenómeno, pese al papel crítico de esta temporalidad en la activación, intensidad y duración del impacto sobre los recursos patrimoniales. Parámetros como los tiempos característicos del hidrograma (base, concentración, ascenso, punta, desfase de puntas, viaje, tránsito, etc.) influyen directamente en la capacidad de respuesta, en la organización de recursos y en la eficacia de las medidas preventivas y de emergencia, siendo especialmente relevantes en contextos patrimoniales vulnerables.

En este trabajo se propone un marco metodológico avanzado que integra la dimensión temporal como componente esencial de la peligrosidad, reforzando su aplicabilidad en la gestión del patrimonio cultural. Para ello se sistematizan y comparan métodos de estimación de los tiempos característicos, incluyendo la correlación de pluviogramas e hidrogramas de eventos pretéritos, la aplicación de fórmulas empíricas, el uso de modelos numéricos hidrológicos e hidráulicos para simular el proceso precipitación-escorrentía-dinámica fluvial y análisis geomorfológico de la cuenca drenante y la red de drenaje. Se incorpora además la consideración explícita de la carga sólida, la magnitud del evento y su influencia en la modificación de los tiempos característicos, aspectos de gran relevancia para edificios, conjuntos históricos y paisajes culturales. Las metodologías óptimas de estimación se están aplicando en los proyectos de investigación Tarquín, RESCUhE, ECO-CARE y CLASTO, sobre elementos patrimoniales ubicados en l`Horta Sud de Valencia (Valencia), la ciudad de Orihuela (Alicante), la villa romana de Noheda (Cuenca), las bóvedas de Nueva Tabarca (Alicante), la ciudad de Segovia (Segovia) y diversas localidades de Asturias. La integración de los tiempos hidrológicos en los análisis de peligrosidad permite desarrollar modelos operativos que apoyan la toma de decisiones en emergencias patrimoniales, articulando el componente temporal con los protocolos de salvaguarda, las rutas de evacuación, la priorización de intervenciones y la elección de soluciones técnicas adecuadas para cada escenario de inundación.

Palabras clave: inundación, patrimonio cultural, peligrosidad, riesgo, tiempos característicos

Análisis de la predicción subestacional del episodio de precipitación extrema asociado a la DANA de Valencia del 29 de octubre de 2024

Núria Pérez-Zanón[1] Diego A. Campos[1], Ramiro I. Saurral[1], Francisco Doblas-Reyes[1,2], Verónica Torralba[1] y Albert Soret[1]

[1] Barcelona Supercomputing Center (BSC)
[2] Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA), Barcelona, Spain.

nuria.perez@bsc.es

Resumen: Los episodios de precipitación extrema asociados a la presencia de depresiones aisladas en niveles altos (DANAs o cut-off lows) constituyen un riesgo recurrente para diversas regiones de la Península Ibérica y las Islas Baleares. El evento ocurrido en Valencia el 29 de octubre de 2024, que alcanzó valores récord de precipitación y produjo impactos socioeconómicos muy severos, pone de manifiesto la necesidad de disponer de información temprana para mejorar la preparación y la gestión del riesgo. La posibilidad de detectar señales precursoras a escalas subestacionales continúa siendo una cuestión abierta y relevante para la gestión anticipada de impactos.

En este trabajo se evalúa la capacidad del sistema subestacional del ECMWF para predeicr tanto la precipitación acumulada semanal como la presencia de cut-off lows mediante un algoritmo de detección aplicado al geopotencial a 500 hPa. Se analizan tres métodos de calibración —corrección del sesgo, ajuste de la varianza y emparejamiento de cuantiles— aplicados a las predicciones semanales de precipitación y al geopotencial diario, obteniéndose resultados consistentes entre ellos. Posteriormente, se examinan dos definiciones complementarias del odds ratio: la formulación de Prodhomme et al. (2018), que compara la probabilidad del pronóstico con la frecuencia climatológica, y la de Stephenson (2000), robusta frente a eventos poco frecuentes.

Los resultados muestran que la definición de Prodhomme et al. (2018) ofrece señales espaciales coherentes del posible desarrollo de una DANA hasta tres semanas antes del evento. Sin embargo, las predicciones subestacionales tienen habilidad limitada y a menudo no significativa de este tipo de eventos según el Brier Skill Score. Por su parte, la definición de Stephenson (2000) presenta valores significativos del Odds Ratio Skill Score en todos los tiempos de inicialización, si bien la señal destacable no aparece hasta la semana previa al episodio.

Este estudio evidencia el potencial de los productos basados en odds ratio para complementar las predicciones de precipitación en contextos subestacionales, especialmente en regiones donde las DANAs están estrechamente vinculadas a episodios de precipitación adversa. Asimismo, subraya la importancia de desarrollar estos productos en diálogo con usuarios finales para facilitar su operatividad futura.

Palabras clave: DANA, Servicios climáticos, Predicción subestacional, evento extremo

El papel de la WeMO en la investigación de la variabilidad climática del Mediterráneo Occidental

Javier Martín-Vide, Joan Albert López-Bustins y Gabriel Alomar-Garau

Climate Change and Landscape Ecology, Facultat de Geografia i Història (Universitat de Barcelona)

jmartinvide@ub.edu; jlopezbustins@ub.edu; gabriel.alomar@ub.edu

Resumen: En 2026 se cumplen 20 años desde la primera publicación de la propuesta del patrón de variabilidad de la Oscilación del Mediterráneo Occidental (WeMO) en una revista científica internacional. Los usos de su índice (WeMOi) y sus referencias internacionales en revistas incluidas en la base bibliométrica SCOPUS totalizan un número de citas muy significativo, cerca de 400. Sus autores son, mayoritariamente, científicos de los campos de las Ciencias de la Tierra (42%) y del Medio Ambiente (27%), preferentemente, de origen español (65%), italiano (14%) y francés (13%). El empleo más común del WeMOi ha sido el de correlacionar sus series temporales con las series de variables climáticas, principalmente, pluviométricas, aunque también se ha aplicado a otras de carácter ambiental. Con esta aportación se pretende: (1) realizar un análisis bibliométrico de la WeMO, (2) evaluar su consolidación como índice de teleconexión de referencia en los estudios climatológicos del Mediterráneo Occidental, y (3) presentar un ejemplo concreto de aplicación diaria en la predicción del riesgo de precipitaciones abundantes. El caso de estudio es el temporal Gloria de enero de 2020, que arrasó los litorales catalán y valenciano a causa de las copiosas lluvias y el fuerte oleaje. La semana durante la que se produjo este evento compuesto (compound event) de abundante precipitación, viento de levante muy fuerte y persistente, e intenso oleaje (con récords de precipitación máxima en 24 horas en enero, de persistencia de elevada velocidad del viento y de altura significante de ola en el Mediterráneo español) coincidió con uno de los valores más extremos del WeMOi de los últimos años (-4,26), teniendo en cuenta que la frecuencia de ocurrencia de un valor inferior o igual a -4 del WeMOi es solamente del 0,1%.

Palabras clave: Análisis Bibliométrico, Evento Compuesto, Índice de Teleconexión, Temporal Gloria, WeMO.

A Pilot Urban Heat Service for Climate Resilience: Co-Designing High-Resolution Heat Stress Solutions for European Cities

Nieves Peña[1], Daniel Navarro[1], Adrian Glodeanu[1], Efrén Feliu[1], Igone Garcia[1], Dirk Lauwaet[2], Dirk Vanden Boer[2], Wout Renkin[2] and Nele Veldeman[2]

[1] TECNALIA, Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Astondo Bidea, Edificio 700, 48160 Derio, Bizkaia, Spain.

[2] VITO, Environmental Intelligence Unit of the Flemish Institute for Technological Research (VITO), Mol, Belgium

nieves.pena@tecnalia,com; nele.veldeman@vito.be

Abstract: Extreme heat events are increasing in frequency and intensity across Europe, posing serious risks — particularly in urban areas where human-made modifications such as dense infrastructure, extensive asphalt pavements, and limited green spaces exacerbate urban overheating. Combined with urban population growth and an aging population, are expected to have severe consequences for health, productivity and overall well-being. To address this challenge, TECNALIA and VITO are developing the Urban Heat Service (UHEATS), to provide actionable insights and support cities in mitigating heat-related risks. The service was developed through a user-centred co-design process with major city networks — Climate Alliance, Eurocities, ICLEI, and the Resilient Cities Network—and with local stakeholders from eight selected pilot cities — Cascais, Worms, Thessaloniki, Bristol, Milan, Yenişehir, Larnaka, and Málaga — which ensures practical relevance and usability of the service.

The objective is to deliver an operational service on the Destination Earth Service Platform (DESP), leveraging high-resolution climate data from Destination Earth's Climate Change Adaptation Digital Twin. Based on VITO's UrbClim model, the service integrates meteorological and climate data, terrain parameters (land use, NDVI, impermeability, etc.), and socio-demographic data to simulate past and future climate conditions. This enables the generation of city-specific effectiveness models and heat indicators with a resolution of 100 meters. These effectiveness models are integrated into the UHEATS to enable city administrations and stakeholders to: (1) improve their understanding of heat-related impacts; (2) assess current and future heat-related impacts; (3) identify critical areas and populations most at risk, and (4) define and compare the effectiveness of different adaptation scenarios, (5) higher spatial and temporal resolution analysis for a representative summer day. (5) interactive visual exploration of climate and heat stress indicators and (6) download of indicator maps for further analysis and reporting. This contribution presents the outcomes for the eight pilot cities, including heat stress indicator maps and scenario evaluations, demonstrating the service's potential to enhance climate resilience and support evidence-based urban adaptation planning across Europe.

Keywords: heat stress, NbS, adaptation, population exposure

Del dato a la decisión: Impetus4Change y la co-producción de servicios climáticos para la adaptación urbana al calor

Paloma Trascasa-Castro[1], Eren Duzenli[1], Sam Pickard[1], Eulalia Baulenas[1], Mar Santamaría[2], Pablo Martínez[2], Albert Soret[1] y Dragana Bojovic[1]

[1] Barcelona Supercomputing Center
[2] 300.000 km/s

paloma.trascasa@bsc.es; eren.duzenli@bsc.es; samuel.pickard@bsc.es; eulalia.baulenas@bsc.es; albert.soret@bsc.es; dragana.bojovic@bsc.es; mar@300000kms.net; pablo@300000kms.net

Resumen: En un contexto histórico marcado por la abundancia de información y datos climáticos, el principal desafío de los servicios climáticos es la traducción del conocimiento científico en herramientas inclusivas y accionables para la toma de decisiones. El proyecto europeo Impetus4Change (I4C) está en su fase final y busca impulsar la adaptación al cambio climático a través de procesos de co-producción que se están desarrollando en cuatro "demonstrators": Barcelona, Bergen, París y Praga, con el objetivo de crear un marco aplicable a otras ciudades.

En Barcelona, el proyecto ha consolidado una red de actores a distintas escalas de gobernanza, desde ayuntamientos locales hasta organismos regionales. Estos actores participan activamente en el diseño de servicios climáticos basados en predicciones subestacionales y proyecciones climáticas a medio y largo plazo, garantizando así su aplicabilidad en contextos reales de decisión.

El primer servicio desarrollado se centra en la predicción subestacional de olas de calor en el Área Metropolitana de Barcelona, utilizando el modelo NCEP-CFSv2. Mediante downscaling estadístico se alcanza una resolución de 25 km, apoyando decisiones como la planificación de actividades deportivas en verano, la gestión de la red de refugios climáticos y en general anticipar riesgos asociados al calor. La provisión del servicio incluye información sobre la fiabilidad e incertidumbre de las predicciones e iteraciones para adaptar la información a las necesidades de los usuarios y garantizar su correcta interpretación. Para apoyar decisiones a medio y largo plazo, se han desarrollado indicadores de riesgo basados en 67 modelos regionales de EURO-CORDEX (derivados de la fase 5 del Coupled Model Intercomparison Project), con resolución de 11 km. A partir de estas proyecciones se adopta un enfoque transversal del calor como riesgo climático futuro, reconociendo su impacto en sectores como la salud pública, el sistema energético y los recursos hídricos. Estas proyecciones y su incertidumbre asociada se están considerando actualmente para orientar la planificación urbana en un contexto de cambio climático en ciudades como Barcelona, Madrid y Granada. Finalmente, I4C organiza talleres participativos sobre salud y calor, fomentando el intercambio de conocimiento entre agentes de salud pública, protección civil, planificación urbana e investigación, fortaleciendo la transferencia de conocimiento entre sectores.

Palabras clave: adaptación, calor, co-producción, ciudades, subestacional, proyecciones.

Areal IDF curves for the catastrophic 29 October 2024 rainfall event in Turís (Spain)

Robert Monjo[1,2], Pol Pérez-de-Gregorio[2,3]

[1] Department of Quantitative Methods, CUNEF University,
Calle de Almansa 101, D4-8.1, 28040 Madrid, Madrid (Spain)
[2] Climate Research Foundation - Fundación para la Investigación del Clima (FIClima); Calle Modesto Lafuente 45 Oficina 3, Madrid. 28003 Madrid, Spain
[3] Complutense University of Madrid (UCM;
Plaza de las Ciencias, 1 28040 Madrid, Spain

robert.monjo@cunef.edu; polperez@ucm.es

Abstract: The western Mediterranean is highly prone to short-duration, high-intensity rainfall, and the Júcar–Turia system (Spain) is one of its most exposed regions. The catastrophic rainfall episode of 29 October 2024 in Turís, which produced exceptional 10-minute to daily accumulations, allows us to reassess how extreme precipitation frequency should be estimated at the basin scale. This study investigates whether areal Intensity–Duration–Frequency (IDF) curves offer a more realistic representation of extreme-event recurrence than traditional point-based approaches. The central hypothesis is that basin-scale hazard cannot be adequately characterized using a single station or micro-catchment, because extreme precipitation exhibits strong spatial heterogeneity and partial dependence across nearby locations. Consequently, the probability of exceeding catastrophic thresholds should increase substantially when multiple stations are considered jointly.

To test this hypothesis, annual maxima from 98 rain gauges distributed across the Júcar and Turia basins were analyzed, together with high-resolution 10-minute data from the Turís automatic station during the 2024 event. Spatially-integrated return periods were computed by progressively aggregating stations and constructing synthetic annual-maximum series. Several extreme-value distributions were fitted to these series, and their performance was evaluated using empirical error metrics. Temporal structure was characterized using the fractal-intermittency n-index to assess rainfall concentration across time scales. Results show that the spatial aggregation of stations produces a systematic reduction in estimated return periods, stabilizing once the dominant spatial heterogeneity is captured. For both basins, the probability of exceeding extreme thresholds increases by factors of approximately three to ten when moving from point-based to areal IDF curves. The 2024 Turís event exhibits an n-index near 0.3, indicating an effective rainfall balanced between extreme convection and constant advection flux, typical in a quasi-stationary deep-convective systems. The analysis also identifies a critical number of stations beyond which additional data contribute little new information, reflecting the effective spatial scale of extreme precipitation in each basin.

Keywords: Extreme precipitation, areal IDF curves, spatial return period, rainfall concentration

Calor extremo en la ciudad: evaluación de zonas expuestas y vulnerables en Santiago, Chile

Pamela Smith[1], Raquel Jiménez[2] y Nicolas Silva[3]

[1] Departamento de Geografía, Universidad de Chile,
Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia
[2] Departamento de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Andrés Bello
[3] Gobierno Regional Metropolitano de Santiago

pamelasmit@uchilefau.cl; rjimenez@unab.cl; nsilva@gobiernosantiago.cl

Resumen: En el marco del cambio climático se proyecta un aumento en la intensidad y duración de las islas de calor urbano (ICU), así como una mayor frecuencia de olas de calor y noches cálidas, afectando principalmente a las ciudades del norte y centro de Chile. Debido a su relación con factores relacionados con el diseño y la planificación, la temperatura urbana se distribuye de manera heterogénea, generando una exposición desigual a las temperaturas extremas, especialmente cuando se consideran los efectos sinérgicos y acumulativos de las olas de calor y las ICU. Estas amenazas pueden convertirse rápidamente en un riesgo severo para la salud y el bienestar, afectando con mayor intensidad a los grupos más vulnerables. Por lo anterior, esta investigación se propuso evaluar el riesgo al calor extremo en el Área Metropolitana de Santiago, a partir de la adaptación del índice de calor propuesto por el Estado de California (CalHeatScore) que integró la temperatura del aire y la vulnerabilidad de la población a escala de zona censal. La temperatura del aire se obtuvo a partir de un modelo que consideró el pronóstico de la temperatura máxima y mínima para tres días. Los resultados muestran zonas críticas, que concentran la mayor exposición y vulnerabilidad, especialmente en la zona norte y poniente de la ciudad, que pueden ser prioritarias para la implementación de estrategias, como los refugios climáticos urbanos.

Palabras clave: Calor extremo, vulnerabilidad, área metropolitana, zona mediterránea

Un siglo de calentamiento y consolidación: evolución conjunta de la intensidad y la variabilidad de los extremos térmicos en España (1916–2024)

Santiago Beguería[1], Sergio Vicente-Serrano[2], Amar Halifa[2], Ahmed El-Kenawi[2], Marcos Gil-Guallar[1] y Alejandro Royo-Aranda[2]

[1] Estación Experimental de Aula Dei, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Zaragoza, España
[2] Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Zaragoza, España

santiago.begueria@csic.es

Abstract: Comprender la evolución de los extremos térmicos exige algo más que describir cómo aumentan sus valores medios: es necesario analizar también cómo cambia su variabilidad. En este trabajo estudiamos la evolución de las temperaturas máximas diarias anuales en la España peninsular entre 1916 y 2024 a partir de una red densa de estaciones meteorológicas. Nuestro objetivo es separar dos procesos distintos: el desplazamiento hacia valores más altos de los extremos habituales y los cambios en la dispersión interanual de esos extremos. Los resultados revelan un patrón claro y coherente que denominamos “calentamiento con consolidación”. Desde comienzos del siglo XX, la magnitud típica de los máximos anuales ha aumentado cerca de 4 °C, con una aceleración muy marcada a partir de mediados de los años setenta. Al mismo tiempo, la variabilidad interanual y geográfica de esos máximos se ha reducido de forma sistemática. En otras palabras, los veranos extremos no solo son ahora más cálidos, sino también más homogéneos entre años y en el espacio. Este doble cambio tiene consecuencias profundas para la interpretación del riesgo climático. Los análisis de niveles de retorno muestran que episodios que a principios de siglo podían considerarse excepcionales (con periodos de retorno de 20–30 años) se producen hoy con una frecuencia cercana a bienal. Sin embargo, la contracción de la distribución implica que los eventos más raros crecen más lentamente de lo que cabría esperar si solo aumentara la media: los niveles de retorno muy altos (por ejemplo, 100 años) se incrementan menos que los extremos moderados. Los años extremadamente cálidos recientes (2021–2024) encajan plenamente en esta nueva distribución y no constituyen anomalías estadísticas. Además, la reducción de la variabilidad espacial implica que los episodios de calor extremo afectan cada vez más a amplias regiones de forma simultánea, y no solo a zonas aisladas. En conjunto, nuestros resultados describen un nuevo régimen climático en el que los extremos térmicos son menos sorprendentes, pero más omnipresentes. La consolidación del calor extremo en un rango más estrecho sugiere que la adaptación debe orientarse a gestionar una exposición casi permanente a condiciones severas, más que a prepararse para episodios aislados excepcionalmente raros. Este patrón, observado en España a lo largo de un siglo, apunta a un cambio estructural en la dinámica de los extremos bajo el calentamiento global.

Palabras clave: extremos de temperatura; no estacionariedad; cambio climático; España.

Curva de daño para los temporales marítimos de Cantabria

Ana Collazo-Castiñeira[1], Héctor Lobeto[1], Domingo Rasilla[2], Carolina Garmendia[2], Francisco Solano Espejo Gil[3], Urko Elosegi Gurmendi[3], Melisa Menendez[1]

[1] IHCantabria - Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria
[2] Departamento de geografía, urbanismo y ordenación del territorio. Universidad de Cantabria
[3] Consorcio de Compensación de Seguros

collazoa@unican.es

Resumen: Los temporales marítimos constituyen un riesgo cada vez mayor para las zonas costeras, donde el crecimiento de la población, el desarrollo urbano y las actividades socio-económicas incrementan la exposición a estos fenómenos, capaces de generar inundaciones y daños relevantes en el litoral. Estos eventos se caracterizan por la combinación de oleaje intenso y fuertes vientos, generalmente asociados a borrascas. Si, además, estos sistemas de baja presión se aproximan a la costa, pueden también inducir aumentos significativos en el nivel del mar (marea meteorológica). La comprensión integrada de estos fenómenos climáticos, considerando los distintos procesos físicos involucrados, su interacción, los impactos asociados y sus consecuencias negativas resulta esencial para poder gestionar mejor el riesgo por eventos extremos climáticos marinos.

Este estudio se centra en los temporales marítimos y sus consecuencias negativas a lo largo de la costa de Cantabria. Para ello, se utilizan datos históricos meteo-oceánicos, incluyendo variables como el oleaje, la marea meteorológica y astronómica o el viento, y datos económicos, a través de los registros de indemnizaciones del seguro proporcionados por el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS). El objetivo principal es relacionar cuantitativamente las condiciones climáticas de los eventos extremos con los impactos económicos asegurados registrados, con el fin de establecer relaciones causales entre ambos. La identificación de eventos extremos se realiza mediante el método de excedencias sobre un umbral, utilizando el indicador cota de inundación (CI). La CI se calcula a partir de las componentes del nivel del mar (ej. marea meteorológica, marea astronómica) y la sobre-elevación del nivel del agua que causan las olas (setup).

En este contexto, es posible identificar los eventos que han generado los daños asegurados indemnizados por el CCS, caracterizar lo extremo de su magnitud, así como discernir las principales variables asociadas y su contribución. El análisis aborda un enfoque univariado y multivariado, mediante cópulas. A partir de los periodos de retorno estimados se construyen curvas de daño, que permiten establecer una relación directa entre la severidad de los eventos climáticos y los daños económicos causados.

Palabras clave: Extremos, Indemnización, Nivel del mar, Oleaje, Peligro costero

Understanding extreme precipitation at the regional scale to support flood risk studies in Mediterranean catchments

Carles Beneyto, José Ángel Aranda, Melanie Alvarez and Félix Francés

Research Institute of Water and Environmental Engineering (IIAMA), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, E-46022 Valencia, Spain.

aranda@upv.es

Abstract: Extreme precipitation represents one of the main climate-related hazards in Mediterranean regions, where short-duration, high-intensity rainfall frequently triggers flash floods with severe social, economic, and environmental impacts. Reducing risk in these areas requires a robust characterization of precipitation extremes, which is often compromised by the typical reliance on single-station analyses, leading to strong underestimation or overestimation of precipitation quantiles due to the high uncertainty with relative short series. And these results are required for adequate land-use planning and for the derivation of flood hazard maps based on the associated discharges.

This study presents a regional analysis of annual maximum daily precipitation across eastern Spain (in particular, the River Júcar Water Authority domain), covering a climatically heterogeneous Mediterranean basin characterized by strong spatial gradients and high exposure to flood risk. The regional framework exploits a space-for-time trading assumption, whereby spatial variability is used to compensate for limited temporal record lengths. Daily precipitation records from multiple observation networks (i.e., AEMET and SAIH-CHJ) were integrated into a regular spatial grid, allowing the construction of homogeneous regional series that meet predefined minimum quality requirements and reduce sampling uncertainty and spatial dependence effects. The analysis follows the index-variable approach combined with L-moment statistics to identify homogeneous regions and derive regional probability distributions of extreme rainfall.

Results reveal clear regional patterns in both the magnitude and variability of extreme precipitation, with coastal and pre-coastal areas exhibiting higher dispersion and heavier tails in the frequency distributions. These patterns lead to deregionalized local precipitation quantiles that are higher than those obtained in previous national-scale studies, reflecting the availability of longer records, improved spatial coverage and more appropriate statistical methodologies.

From a risk reduction perspective, the proposed regional framework improves the reliability of design rainfall estimates, particularly in areas affected by short or incomplete records, by reducing uncertainty in the characterization of extreme precipitation. The provision of spatially consistent precipitation quantiles supports more robust land-use planning, hydraulic design, and flood-related assessments, contributing to better-informed decision-making in Mediterranean catchments under current climate variability.

Keywords: Extreme precipitation, regional analysis of maximum daily precipitation, Júcar river basin, flood hazard, flood risk.

La excepcionalidad de los episodios de calor extremo de los veranos de 2022, 2023 y 2025 en Asturias

Luis Pérez García, Cristina García Hernández y Jesús Ruiz Fernández

Universidad de Oviedo

perezgluis@uniovi.es

Resumen: Las olas de calor han sido un riesgo climático poco frecuente en Asturias y en el norte de la península Ibérica y por tanto se trata de una temática poco estudiada de momento. Sin embargo, en el contexto actual de cambio climático el interés en el área cantábrica es creciente, debido al incremento observado de la frecuencia, duración e intensidad de estos fenómenos y las proyecciones futuras con tendencia al alza. En los últimos años se han registrado el mayor número de olas de calor en Asturias, con 10 de las 13 olas sucedidas en este siglo concentradas a partir de 2016, la mayor duración, con la ola de 2022 alcanzando los 10 días consecutivos y la mayor intensidad, superándose por primera vez los 40 ºC en Asturias a partir de 2022. El objetivo general es caracterizar los episodios de ola de calor en Asturias desde 2022, y como objetivos específicos se pretende comparar los patrones sinópticos comunes entre los episodios y sus principales diferencias, analizar las anomalías de temperatura y geopotencial de cada evento extremo con respecto a la climatología habitual del área y evaluar la excepcionalidad de estos eventos en el contexto climático reciente del Cantábrico. La hipótesis de partida es que los últimos episodios son excepcionales y responden a un patrón atmosférico común. La metodología utilizada para agrupar las configuraciones atmosféricas ha sido el paquete SynoptReg de R, y las anomalías se han calculado también en R, todo ello basado en los datos proporcionados por el reanálisis de ERA5. Los resultados obtenidos muestran que la principal configuración atmosférica responsable de estos eventos de ola de calor es la advección de una masa de aire cálido tropical continental, impulsado por vientos de componente sur debido a la posición relativa de una dorsal subtropical sobre la península Ibérica y una vaguada en el Atlántico frente a Portugal. Las mayores anomalías positivas de temperatura en altura suceden en los episodios de 2022, seguido de 2025, coincidiendo con los récords de temperatura máxima absoluta en superficie, destacando el carácter excepcional de estos dos eventos.

Palabras clave: olas de calor, patrones atmosféricos, anomalías, Asturias

Storylines para el análisis del riesgo sistémico en destinos turísticos: la erupción volcánica de La Palma (2021)

Sara García González[1,2], Noemi, Padrón Fumero[1,2], Raúl Hernández Martín[1,2] and Annika Maier[3]

[1] Departamento de Economía Aplicada y Métodos Cuantitativos, Universidad de La Laguna, Islas Canarias, España.
[2] Cátedra de Turismo CajaCanarias Ashotel, Universidad de La Laguna, Islas Canarias, España.
[3] Risklayer GmbH, Karlsruhe, Alemania

perezgluis@uniovi.es

Resumen: Las erupciones volcánicas en territorios insulares con elevada dependencia del turismo representan eventos de alto impacto que revelan la naturaleza compleja y no lineal del riesgo cuando múltiples amenazas interactúan con sistemas socioeconómicos fuertemente interdependientes. La erupción del volcán Tajogaite en La Palma (2021) se examina en este trabajo como un shock sistémico que permite analizar cómo la vulnerabilidad se produce, se redistribuye y evoluciona dinámicamente a través de la interacción entre procesos geológicos, decisiones de gestión del riesgo y respuestas de los mercados turísticos, en consonancia con el enfoque del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres, que enfatiza la comprensión del riesgo desde una perspectiva sistémica. El estudio adopta un enfoque integrado de análisis multi-amenaza y multi-riesgo, explícitamente orientado a capturar las interdependencias funcionales, financieras, espaciales, y sociales del sistema turístico insular. Metodológicamente, se emplea una storyline de carácter event-based combinada con la construcción de cadenas de impacto, que permiten reconstruir de manera causal la secuencia de relaciones entre amenazas volcánicas, impactos directos e indirectos y decisiones adoptadas a lo largo de las fases de emergencia y recuperación. Las cadenas de impacto operan como un instrumento analítico central para identificar mecanismos de vulnerabilidad dinámica, al hacer visible cómo la exposición, la sensibilidad y la capacidad de respuesta del sistema se transforman a lo largo del evento y en su fase posterior.

Los resultados muestran que el riesgo no deriva exclusivamente de la concurrencia de amenazas físicas, sino de su interacción con estructuras territoriales preexistentes, caracterizadas por fragilidades acumuladas, infraestructuras con limitada redundancia y marcos de gobernanza sectorialmente fragmentados. Desde una perspectiva climatológica aplicada, el análisis pone de relieve la importancia de incorporar amenazas de evolución lenta o post-evento—como la persistencia de gases volcánicos o las restricciones operativas prolongadas—en los sistemas de alerta, planificación y comunicación del riesgo. Asimismo, el trabajo evidencia el valor de las storylines y las cadenas de impacto no solo como herramientas de comunicación, sino como dispositivos analíticos capaces de mejorar la comprensión de la vulnerabilidad dinámica y de apoyar la toma de decisiones en contextos de elevada incertidumbre climática y geológica, particularmente relevantes para destinos turísticos insulares expuestos a amenazas múltiples.

Palabras clave: Sistema turístico, riesgo sistémico, vulnerabilidad dinámica, storyline, interdependencias sectoriales.

South American moisture source origins: A Lagrangian-derived dataset across IPCC regions.

Milica Stojanovic[1], Rogert Sorí[1], Albenis Pérez-Alarcón[1], Jakob Ernst[1], Raquel Nieto[1,2], Luis Gimeno[1,2]

[1] Centro de Investigación Mariña, Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Universidade de Vigo, Campus As Lagoas s/n, 32004 Ourense, Spain
[2] Climate System Research Unit, UVigo-CESGA, Santiago de Compostela, Spain.

rogert.sori@uvigo.gal

Abstract: Understanding the atmospheric mechanisms that govern precipitation variability is crucial for addressing increasing climate risks and advancing disaster risk reduction strategies throughout South America. This study investigates the complex spatio-temporal dynamics of moisture transport across seven distinct IPCC regions: Northwestern South America (NWS), Northern South America (NSA), Northeastern South America (NES), the South American Monsoon (SAM), Southwestern South America (SWS), Southeastern South America (SES), and Southern South America (SSA). Utilizing a robust Lagrangian tracking framework based on the FLEXPART v10.4 dispersion model for the period 1980–2023, we quantify the atmospheric pathways and source-sink relationships that sustain regional rainfall. The analysis provides comprehensive high-resolution (0.5º) spatial distributions of moisture origins and precise Lagrangian precipitation estimates. To ensure scientific reliability, these results are validated against the Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation (MSWEP) dataset, demonstrating the model's high proficiency in capturing regional hydrological cycles. By shifting the focus toward the physical drivers of rainfall, the resulting dataset serves as a foundational scientific resource. These findings offer critical evidence for developing targeted adaptation policies and enhancing climate resilience in a continent highly vulnerable to hydrological extremes. This process-based perspective is essential for translating complex meteorological data into actionable environmental management and long-term planning within the framework of global climate assessments.

Keywords: Moisture transport, Moisture sources, Precipitation, IPCC regions

Inundaciones asociadas a DANA en la Comunidad de Madrid: impacto y características sinópticas

Daniel Gonzalo Alonso

Universidad Complutense de Madrid

dagonz26@ucm.es

Resumen: Tras las graves inundaciones asociadas a episodios de Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA) ocurridas en España en los últimos años, resulta necesario profundizar en la relación entre este tipo de situaciones sinópticas y su potencial para generar precipitaciones de gran intensidad, duración y volumen, especialmente en territorios altamente expuestos y vulnerables, todo ello agravado por el cambio climático.

La Comunidad de Madrid, con la mayor densidad de población de España, resulta un escenario de gran interés para analizar y comprender el papel histórico de estos episodios, dado su elevado grado de exposición frente a riesgos naturales. El objetivo principal de esta investigación es identificar y cuantificar las inundaciones registradas en la Comunidad de Madrid bajo la influencia de danas durante el periodo 1926-2025, así como determinar los municipios más afectados y el grado de impacto asociado. Asimismo, se desarrolla una caracterización sinóptica de las danas responsables, atendiendo a su posición, duración, estacionalidad, masa de aire dominante y valores medios de presión y altura geopotencial.

La identificación de las inundaciones se basa en datos del Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH) y de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), a través del Sistema de Notificación de Observaciones Atmosféricas Singulares (SINOBAS) y el catálogo de efemérides, complementados mediante prensa histórica y publicaciones científicas recientes. La caracterización sinóptica de las danas se realiza mediante el análisis e interpretación de mapas de altura (500hPa) de reanálisis pertenecientes a la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los Estados Unidos y al Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (ECMWF). La correspondencia entre cada inundación y una dana se establece comparando las fechas de los eventos de inundación con los mapas de reanálisis. Los resultados preliminares muestran que, aunque la Comunidad de Madrid no es de las regiones del país más recurrentemente afectadas por danas, más del 50% de las inundaciones registradas en el último siglo se produjeron bajo estas situaciones sinópticas. Asimismo, la exposición se identifica como un factor clave, resultando más afectados aquellos municipios con mayor población e infraestructuras y próximos a cauces fluviales.

Palabras clave: DANA, riesgos naturales, inundaciones, reanálisis, Comunidad de Madrid.

Vulnerability Analysis of the Douro Estuary Sand Spit under Extreme Storm Scenarios

Bárbara Vieira[1], José Luís Pinho[1], Isabel Iglesias[2] and Ana Bio[2]

[1] CTAC - Centre for Territory, Environment and Construction, Department of Civil Engineering, School of Engineering, University of Minho, Campus of Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal
[2] CIIMAR - Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research, University of Porto, Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões, Av. General Norton de Matos, 4450-208 Matosinhos, Portugal

bvasquezvieira@civil.uminho.pt; ; jpinho@civil.uminho.pt; iiglesias@ciimar.up.pt; anabio@ciimar.up.pt

Abstract: Coastal sand spits at estuarine inlets are highly dynamic and particularly vulnerable to extreme storms and climate change. The Douro estuary sand spit (Restinga do Douro), located at the mouth of the Douro River in northern Portugal, constitutes a morphologically sensitive protected area within a natural reserve. Its exposure to energetic wave conditions and projected changes in storminess and sea level raises concerns regarding its future stability and morphological resilience. This study aims to investigate the morphodynamic response of a selected area of the Restinga do Douro under extreme storm conditions, with emphasis on projected climate scenarios. The main hypothesis is that variations in storm characteristics associated with different climate change pathways may significantly influence erosion patterns, cross-shore sediment transport and overall profile evolution in this vulnerable estuarine environment. The methodological approach is based on process-based numerical modelling using the XBeach model. Model parameter selection is informed by previous sensitivity analyses of key parameters governing wave breaking, sediment transport and runup processes, supporting the adoption of an optimised parameter set. Simulations analyse the evolution of the Restinga do Douro profile under representative storm conditions defined by significant wave height, peak wave period, wave direction and varying water levels, including tides and projected sea-level rise. Storm forcing conditions are derived from previously published datasets developed within the MarRisk (Interreg) project for the Iberian Peninsula. These datasets were obtained through regional WaveWatch III modelling forced by CMIP5 projections and include historical (1960–2005) and future intermediate (SSP2-4.5) and high-emission (SSP5-8.5) scenarios for mid- (2026–2045) and end-of-century (2081–2100) conditions. Extreme wave parameters for selected return periods define representative storm events. The outcomes include the quantification of cross-shore sediment volume changes, shoreline retreat, maximum erosion depth and nearshore bed-level variations under different storm intensities, water-level conditions and climate projections. Comparative analyses between historical and future scenarios provide insight into the sensitivity of the sand spit to increased storm forcing and sea-level rise. The results contribute to an improved understanding of the future morphodynamic behaviour of this protected estuarine sand spit and support coastal risk assessment and management under climate change.

Keywords: Coastal vulnerability, Estuarine morphodynamics, Extreme storm events, Sea level rise, XBeach modelling.

Evaluación de extremos térmicos en la Península Ibérica mediante el reanálisis CERRA de Copernicus

Ana Gonzalez[1], Humberto Pereira[2], Ines Alvarez[1], Ana Picado[2], Maria Nieves Lorenzo[1], and João Miguel Dias[2]

[1] EPhysLab − Environmental Physics Laboratory, Centro de Investigación Mariña (CIM), Universidad de Vigo, Ourense, España
[2] CESAM − Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Departamento de Física, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal

anaglezniето@gmail.com; ialvarez@uvigo.gal); nlorenzo@uvigo.gal; humberto.pereira@ua.pt; ana.picado@ua.pt; joao.dias@ua.pt

Resumen: El cambio climático ha intensificado los eventos extremos de temperatura (ETEs), lo que amenaza los recursos hídricos, la agricultura y la salud humana. Por ello, resulta fundamental monitorizar la temperatura del aire en superficie mediante conjuntos de datos completos, dada la limitada cobertura espacial y temporal de las observaciones in situ. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo validar el producto Copernicus European Regional Reanalysis (CERRA) para analizar la distribución de temperaturas inusualmente altas (olas de calor) o bajas (olas de frío) en la Península Ibérica (PI) durante dos estaciones extendidas. Para cada periodo, se evaluó el número de eventos, su frecuencia, duración, amplitud y magnitud tanto para episodios cálidos como fríos.

Los resultados muestran que CERRA presenta un buen desempeño, aunque con un sesgo frío en la temperatura máxima y un sesgo cálido en la mínima. CERRA tiende a subestimar la frecuencia, duración e intensidad de las olas de calor en la mayor parte de la PI. No obstante, tanto las observaciones como CERRA identifican de forma coherente las regiones suroccidentales e interiores de la PI como las más afectadas por este tipo de eventos, mientras que las zonas del norte y las áreas costeras experimentan olas de calor menos frecuentes e intensas. En cuanto a las olas de frío, CERRA reproduce adecuadamente el gradiente espacial general, capturando el patrón latitudinal y la influencia de la orografía en la PI. Sin embargo, subestima la intensidad y duración de estos episodios en gran parte del territorio.

El estudio de los ETEs es altamente relevante para la economía ibérica —especialmente en los ámbitos de la agricultura, la salud, la energía y el turismo—, por lo que su comprensión es esencial para las estrategias de mitigación y adaptación. La capacidad de CERRA para capturar características clave de los ETEs lo convierte en un conjunto de datos valioso para la evaluación de modelos agrícolas o de salud en la PI.

Palabras clave: eventos extremos, olas de calor, olas de frio

Robust Moisture Sources and Hydroclimatic Extremes in North-Eastern South America

Rogert Sorí[1], Milica Stojanovic[1], Jakob Ernst[1], Albenis Pérez-Alarcón[1], Yiying Wang[1,2], Raquel Nieto[1,3], Luis Gimeno[1,3]

[1] Centro de Investigación Mariña, Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Universidade de Vigo, Campus As Lagoas s/n, 32004 Ourense, Spain
[2] State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China.
[3] Climate System Research Unit, UVigo-CESGA, Santiago de Compostela, Spain.

rogert.sori@uvigo.gal

Abstract: North-Eastern South America (NES) is highly vulnerable to climate risks because shifts between dry and wet conditions strongly affect water security, rain-fed agriculture, and the impacts of droughts and floods. Yet, robust risk assessment is limited by uncertainty in identifying the atmospheric moisture sources that sustain NES precipitation, as different moisture-tracking methods can produce divergent source patterns. This study provides a multi-method evaluation of NES moisture sources for 1983–2023, with the goals of identifying physically robust source regions and testing their relevance during dry and wet conditions.

We apply eight moisture-tracking approaches (seven Lagrangian and one Eulerian), driven by a consistent atmospheric dataset, to diagnose annual and seasonal moisture uptake patterns. Robust sources are defined using a percentile-based consensus framework that quantifies inter-method agreement across increasing intensity thresholds. We then relate standardized precipitation anomalies over NES to standardized moisture-uptake anomalies from the core source areas using a non-parametric correlation analysis adjusted for temporal autocorrelation. Finally, we examine two contrasting hydroclimatic extremes representative of markedly dry and markedly wet conditions to assess whether moisture-source anomalies display coherent and physically consistent responses.

Across methods, the tropical Atlantic emerges as the dominant oceanic moisture source, while NES itself is consistently identified as a key terrestrial contributor, highlighting the role of local recycling. As intensity thresholds increase, spatial agreement contracts toward a compact Atlantic core near the NES coastline, indicating where the strongest moisture supply is most robustly constrained. Seasonal variability shows more extensive uptake during austral summer and an equatorward, weaker configuration during austral winter. Although methods converge on source location, they differ systematically in the partitioning of oceanic versus terrestrial contributions, which is critical for quantifying climate risk. The selected dry and wet extremes exhibit coherent, opposite-sign moisture-source anomalies over the robust Atlantic core, supporting its value for monitoring and early warning of hazards affecting NES.

Keywords: Moisture transport, Moisture sources, Lagrangian tracking methods, dry and wet conditions

Evolución del potencial de inundación compuesta en la costa Mediterránea española en el siglo XXI

José A Jiménez[1], Juan Del-Rosal-Salido[2], María Bermúdez[2], Filippo Giaroli[3], Andrea Lira-Loarca[3], Miguel Ortega-Sánchez[2], Marc Sanuy[1], Marcus Silva-Santana[2]

[1] Laboratori d'Enginyeria Marítima, Universitat Politècnica de Catalunya·Barcelona Tech
[2] Instituto Interuniv. de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía, Universidad de Granada
[3] Dept. Ingeniería Civil, Química y Ambiental, Universidad de Génova

jose.jimenez@upc.edu; marc.sanuy@upc.edu; jrsalido@go.ugr.es; mariabermudez@ugr.es; miguelos@ugr.es; marcussanta@ugr.es; filippo.giaroli@edu.unige.it; andrea.lira.loarca@unige.it

Resumen: El riesgo de inundación en zonas costeras resulta de la interacción entre peligros de origen terrestre y marino. Sin embargo, la mayoría de las evaluaciones actuales se centran en uno solo de estos forzamientos, lo que impide representar adecuadamente las inundaciones compuestas asociadas a la coocurrencia de precipitaciones extremas y niveles elevados del mar. Esta simplificación limita tanto la atribución de los impactos observados como la evaluación robusta de su evolución futura bajo escenarios de cambio climático. El Mediterráneo occidental y, en particular, la costa del levante español, presenta condiciones climáticas propicias para la ocurrencia conjunta de lluvias intensas y tormentas costeras, junto con una elevada exposición socioeconómica, lo que convierte a esta región en un área de alto riesgo potencial frente a inundaciones compuestas. En este estudio se analiza la evolución de este peligro a lo largo del siglo XXI mediante la simulación del potencial de inundación compuesta en 214 cuencas costeras distribuidas a lo largo de aproximadamente 1.600 km de litoral, utilizando un conjunto de 17 proyecciones climáticas correspondientes a distintas combinaciones GCM–RCM del experimento EURO-CORDEX, bajo un escenario de altas emisiones.

Sobre la base de estas proyecciones se aplica un marco analítico integrado que permite caracterizar la intensidad de los eventos, su probabilidad de ocurrencia conjunta y la dependencia estadística entre los distintos agentes implicados. Los resultados muestran que los cambios proyectados en las características de las tormentas, considerados de forma aislada, conducen en general a un potencial de inundación compuesta estable o incluso decreciente hacia finales de siglo. En contraste, la inclusión de la subida del nivel medio del mar revierte esta tendencia, dando lugar a incrementos generalizados del peligro de inundación compuesta en la mayoría de las cuencas costeras, al amplificar los niveles del mar durante eventos extremos concurrentes. Estos resultados identifican el aumento del nivel medio del mar como el principal mecanismo que reconfigura el peligro de inundaciones compuestas en regiones micromareales como el Mediterráneo, con importantes implicaciones para la gestión del riesgo costero y la priorización de estrategias de adaptación.

Palabras clave: inundación compuesta, temporal costero, subida del nivel del mar, cambio climático, Mediterráneo.

El rol de las anomalías de fuentes de humedad y de temperatura en la sequía europea de 2022

Gleisis Alvarez-Socorro[1], José Carlos Fernández-Alvarez[2,1,3], Raquel Nieto[1,4,5], Sergio M. Vicente-Serrano[6], David Carvalho[3] y Luis Gimeno[1,4,5]

[1] Centro de Investigación Mariña, Universidade de Vigo, Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Campus As Lagoas s/n, Ourense, 32004, España
[2] Galicia Supercomputing Center (CESGA), Climate System Research Unit, Santiago de Compostela, 15705, España
[3] CESAM, Departamento de Física, Universidade de Aveiro, 3810-193, Aveiro, Portugal
[4] Climate System Research Unit, UVigo-CESGA, Ourense, 32004, España.
[5] Unidad Asociada CSIC-Universidad de Vigo: Grupo de Física de la Atmósfera y del Océano, Ourense, España.
[6] Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IPE-CSIC), Zaragoza, España

gleisis.alvarez.socorro@uvigo.gal; rnieto@uvigo.gal; l.gimeno@uvigo.gal; jcfernandez@cesga.es; david.carvalho@ua.pt; svicen@ipe.csic.es.

Resumen: La sequía europea de 2022 se caracterizó por la presencia de anomalías positivas de temperatura asociadas tanto a procesos físicos adiabáticos como diabáticos, lo que favoreció una absorción excesiva de humedad por la atmósfera. Este calentamiento, combinado con una demanda evaporativa atmosférica máxima, una marcada estabilidad atmosférica y el predominio de condiciones anticiclónicas, dio lugar a un déficit prolongado de precipitaciones. Se identificaron anomalías térmicas positivas en el norte de África, el mar Mediterráneo, el océano Atlántico central y oriental, así como en Europa central y oriental, lo que refuerza el vínculo entre la circulación atmosférica a gran escala y el desarrollo de la sequía. En los meses posteriores al máximo de la sequía, particularmente en septiembre de 2022, la redistribución del vapor de agua previamente acumulado, junto con el establecimiento de condiciones de inestabilidad atmosférica, desencadenó episodios de precipitación extrema en el sur y el este de Europa. Estos eventos estuvieron impulsados por la liberación de humedad desde las regiones afectadas, así como por contribuciones adicionales de la fuente mediterránea, el enfriamiento advectivo y anomalías positivas en el transporte integrado vertical de vapor de agua. Este estudio pone de manifiesto la importancia de analizar no solo el desarrollo de la sequía, sino también sus impactos posteriores, ya que el aumento de las temperaturas en un clima cambiante podría intensificar la ocurrencia de eventos compuestos, caracterizados por la concurrencia de sequías y olas de calor, así como favorecer la aparición de episodios de precipitación extrema asociados a periodos secos.

Palabras clave: sequía, eventos extremos, anomalías, humedad, temperatura.

Resiliencia de agricultores ribereños frente a eventos climáticos extremos en un área mediterránea: el caso del río Maule (Chile)

Catherine Sepúlveda[1], Octavio Rojas[1], Katia Saez[2], Esperanza López-Vázquez[3], Marcela Salgado[1] y José Luis Arumí[1]

[1] Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción,
[2] Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Concepción,
[3]Centro de Investigación Transdisciplinar en Psicología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

cathesepulveda@udec.cl; ocrojas@udec.cl; msalgadov@udec.cl; jarumi@udec.cl; ksaez@udec.cl; esperanzal@uaem.mx

Resumen: El cambio climático intensifica la ocurrencia de eventos extremos, incrementando los riesgos climáticos en zonas agrícolas. Amenazas como inundaciones, sequías y heladas afectan a los cultivos y calidad de vida rural, con especial impacto en agricultores ribereños ubicados en valles fluviales de climas mediterráneos altamente expuestos. En este contexto, resulta clave analizar la resiliencia para reducir el riesgo climático, incorporando dimensiones socioculturales como el arraigo territorial y la espiritualidad, fundamentales para la preparación, el afrontamiento y la reconstrucción post evento.

Este estudio tiene por objetivo evaluar la resiliencia de los agricultores ribereños ante el riesgo de inundación, heladas y sequías en la cuenca del río Maule (20.300 Km2), una de las mayores cuencas agrícolas del área mediterránea chilena. Se diseñó y aplicó un cuestionario basado en revisión bibliográfica, que incluyó dimensiones económicas, sociales y culturales de resiliencia, utilizando una escala Likert de 5 puntos. Se encuestó a un total de 206 agricultores de forma presencial. Los datos se analizaron en SPSS 24.0, mediante la construcción de un índice de resiliencia, completando con pruebas relacionales de chi-cuadrado y Fisher.

Los resultados indican que el índice de resiliencia global se situó sobre el nivel medio (0,57), siendo el componente económico el que presentó los valores más bajos (0,20). Los mayores niveles de resiliencia económica se observaron en agricultores propietarios ($p<0,034$), con escolaridad superior ($p<0,040$) y que tienen entre 10 y 30 años de residencia ($p<0,022$). Por otra parte, el índice de resiliencia social alcanzó un nivel medio (0,55), siendo los agricultores que participan en organizaciones sociales quienes presentaron valores significativamente más altos ($p<0,018$). A nivel cultural, el arraigo territorial presentó el nivel más alto de resiliencia global (0,88), con valores superiores en agricultores con escolaridad básica ($p<0,005$), con más de 30 años de residencia ($p<0,001$), y pertenecía a organizaciones sociales ($p<0,004$). Las creencias espirituales alcanzaron un nivel medio-alto de resiliencia (0,67), con valores significativamente mayores en agricultores con creencia religiosa ($p<0,001$). Por lo tanto, este estudio recomienda fortalecer el componente económico de la resiliencia, mediante políticas públicas y programas que faciliten el acceso a información y recursos para enfrentar amenazas climáticas.

Palabras clave: Resiliencia– Agricultores ribereños- Amenazas climáticas.

Verificación de la predicción estacional regionalizada de extremos meteorológicos en la península ibérica.

Miguel Hernández Calleja, Marta Domínguez Alonso, Esteban Rodríguez Guisado, Juan Jesús González Alemán

Afiliación de los autores (AEMET)

proyecto_ncpc3s_01@aemet.es

Resumen: Las predicciones estacionales de fenómenos meteorológicos extremos pueden constituir una herramienta clave para la planificación y gestión del riesgo en sectores sensibles como el hídrico, agrícola o energético. No obstante, en latitudes medias como la península ibérica, la limitada predictibilidad (Doblas-Reyes et al., 2013) y la baja resolución espacial de los sistemas de predicción estacional condicionan su utilidad operativa, especialmente para la caracterización de fenómenos extremos. En este contexto, la aplicación de técnicas de regionalización estadística se plantea como una vía para mejorar tanto el detalle espacial como la pericia de las predicciones estacionales. En este trabajo se presenta la verificación de la predicción estacional regionalizada de extremos meteorológicos sobre la península ibérica y Baleares.

El análisis se basa en la predicción retrospectiva o 'hindcast' del sistema de predicción estacional SEAS5.1 del Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo (ECMWF) para el periodo 1997–2016, con una resolución horizontal de 1°. Las salidas del modelo han sido regionalizadas mediante un método estadístico basado en análogos combinado con regresión, desarrollado en AEMET (Petisco, 2008a; Petisco, 2008b; Amblar, 2017), que permite alcanzar una resolución espacial de 5 km. Se han regionalizado las variables de precipitación y temperatura a 2 metros con resolución temporal diaria. A partir de las series regionalizadas se han calculado diversos índices orientados a la caracterización de fenómenos meteorológicos extremos. El análisis se realiza considerando las inicializaciones de abril para el estudio de fenómenos con impacto durante el verano y las de octubre para los asociados al invierno. Para la caracterización de la sequía se han considerado, entre otros, el número de días secos consecutivos (CDD) y el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI), mientras que los extremos térmicos se han evaluado mediante índices como el número de noches tropicales, días de helada y otros indicadores representativos de olas de calor y frío. La capacidad predictiva del sistema se evalúa para cada índice mediante métricas probabilistas, incluyendo el Ranked Probability Score (RPS), el Ranked Probability Skill Score (RPSS) y el área bajo la curva ROC (AUC-ROC), comparando las predicciones del hindcast con observaciones procedentes de la malla ROCIO_IBEB desarrollada en AEMET (Peral et al., 2017). Los resultados preliminares muestran que la regionalización, además de mejorar notablemente el detalle espacial de las predicciones, para determinados índices, inicializaciones y estaciones, podría presentar un incremento significativo en la pericia probabilista de la predicción respecto a la salida original del SEAS5.1. Estos resultados sugieren que el método de regionalización por análogos aporta un valor añadido en la predicción estacional de índices de extremos meteorológicos sobre la península ibérica, teniendo en consideración que este valor añadido depende tanto del tipo de fenómeno como de la inicialización y la época del año consideradas

Palabras clave: Predicción estacional, Regionalización, Extremos

Caracterización de las olas de calor y sus impactos en el sector agrícola de Canarias (2013-2022)

José Ángel Rodríguez Báez[1], Nazaret Pérez-Martín[1], Guillermo Expósito Castro[1], María Beatriz Díaz Hernández[1], Silvia Armas Espinel[2], Javier Luis Ramos Delgado[2] y Gustavo Pestana Pérez[2]

[1]Gestión del Medio Rural de Canarias (GMR Canarias);
[2]Consejería de Transición Ecológica y Energía del Gobierno de Canarias;

joserodbae@gmrcanarias.com; nazaretpm@gmrcanarias.com; guillermoec@gmrcanarias.com; mariabdh@gmrcanarias.com; sarmesp@gobiernodecanarias.org; jramdele@gobiernodecanarias.org; gpesper@gobiernodecanarias.org

Resumen: En el marco del proyecto "Mejora del conocimiento del cambio climático y propuesta de medidas de acción climática para el sector agropecuario de Canarias", promovido por la Consejería de Transición Ecológica y Energía del Gobierno de Canarias, este trabajo analiza, a escala regional, el impacto de las olas de calor sobre los cultivos del archipiélago (viña, plátano, cultivos tropicales y hortalizas) durante el periodo 2013–2022. Para ello, se utiliza la información meteorológica y georreferenciada de ROCIO+_CAN, un conjunto de datos proporcionados por AEMET con una resolución espacial de 2,5 km y que cuenta con series disponibles desde el año 1990 hasta 2022. De este modelo, se extraen los datos diarios de temperatura máxima y mínima, que posteriormente se relacionan con los registros de siniestralidad agraria obtenidos por Agroseguro para relacionar los episodios extremos de calor con los siniestros declarados en las explotaciones aseguradas. Con estas fuentes de información se desarrolla un análisis estadístico basado en el establecimiento de umbrales de riesgo a partir de percentiles para estimar la intensidad y evolución de estos episodios. Posteriormente, se analiza la distribución geográfica y estacional de estos eventos y sus impactos en la siniestralidad agraria por tipo de cultivos. Esta caracterización resulta fundamental no solo para el desarrollo de futuras investigaciones, sino también para comprender la vulnerabilidad del sector agrícola en un contexto de cambio climático, donde se prevé que estos fenómenos aumenten en frecuencia e intensidad, comprometiendo la viabilidad económica de los cultivos y de las explotaciones agrícolas.

Palabras clave: olas de calor, cultivos, riesgo, siniestros, adaptación

Impactos directos e indirectos de una pluma de humedad tropical en el episodio de precipitación extrema de Valencia en octubre de 2024

Alfredo Crespo-Otero[1], Damián Insua-Costa[2] y Gonzalo Míguez-Macho[1]

[1] CRETUS – Universidade de Santiago de Compostela
[2] H-Cel – Ghent University

alfredocrespo.otero@usc.es; gonzalo.miguez@usc.es; damian.insuacosta@ugent.be).

Resumen: El 29 de octubre de 2024, una depresión aislada en niveles altos (DANA) desencadenó un episodio de precipitaciones extremas sobre el este peninsular, con acumulados diarios que sobrepasaron los totales de precipitación anual en varias zonas. Los impactos fueron especialmente graves en la provincia de Valencia, donde se registraron acumulados generalizados superiores a 300 mm y máximos locales de hasta 771 mm, resultando en más de 200 víctimas mortales. Dada la magnitud del desastre, numerosos estudios han investigado ya los forzamientos dinámicos y termodinámicos del episodio, así como el posible papel del cambio climático. Diversos medios de comunicación y trabajos recientes han señalado además la presencia de una pluma de humedad en niveles altos de la troposfera, similar a un río atmosférico, que conectó la región mediterránea con el Atlántico tropical a través del norte de África, sugiriendo que pudo haber contribuido a la intensificación del evento. Sin embargo, la contribución cuantitativa de esta estructura a la precipitación observada sigue sin estar clara.

En este estudio abordamos esta cuestión mediante simulaciones con el modelo WRF acoplado a trazadores de vapor de agua (WRF-WVTs), que permiten rastrear la humedad desde regiones fuente predefinidas hasta su contribución a la precipitación, resolviendo al mismo tiempo la dinámica completa del episodio. Nuestros resultados muestran que el mar Mediterráneo fue la principal fuente directa de humedad, mientras que el vapor de agua transportado por la pluma de humedad contribuyó aproximadamente al 20-30 % de la precipitación total. Para evaluar con mayor detalle el papel de este transporte remoto de humedad, introducimos una metodología para cuantificar su impacto indirecto a través del refuerzo de la liberación de calor latente y el consiguiente aumento de la inestabilidad atmosférica. Los resultados preliminares apuntan a que este mecanismo indirecto es sustancialmente más importante que la contribución directa de humedad, lo que pone de manifiesto su papel clave en la intensificación del episodio.

Palabras clave: DANA, precipitación extrema, transporte de humedad.

Characterization of Extreme Precipitation as a Basis for Flood Risk Management in Cabo Verde

Nerea Martín Raya, Jaime Díaz Pacheco, Abel López Díez, María Jiménez Mejías y Jordan Correa González

Cátedra de Reducción del Riesgo de Desastres y Ciudades Resilientes. Grupo de Investigación GEORIESGOS. Departamento de Geografía e Historia de La Universidad de La Laguna (España)

nmartinr@ull.edu.es; jdiazpac@ull.edu.es; alopezd@ull.edu.es; mjimenem@ull.edu.es; jcorreag@ull.edu.es

Abstract: Extreme precipitation is one of the main drivers of impacts associated with hydrometeorological hazards at the global scale. In recent decades, increasing rainfall irregularity and greater torrentiality have been observed, largely linked to climate change, intensifying the frequency and magnitude of short-duration, high-intensity rainfall events. In particularly vulnerable territories such as Cabo Verde, a detailed analysis of extreme precipitation is essential to understand its role as a trigger of floods and other associated impacts. For this study, data from 32 grid cells with a spatial resolution of 10 km derived from ERA5-Land were used, covering the entire archipelago. Based on this dataset, a regional rainfall analysis was carried out and different return periods (T = 2, 5, 10, 25, 100, 250, 500 and 1000 years) were estimated using the Gumbel type III distribution. In addition, Intensity–Duration–Frequency (IDF) curves were constructed to characterize the spatial and temporal response of extreme events.

The results show that maximum daily intensities are concentrated around 30 mm, while 6-hour maxima reach approximately 15 mm in the northern islands, such as Santo Antão, São Vicente, and São Nicolau. In contrast, in the southern islands, such as Santiago and Fogo, maximum values increase to 40–45 mm per day and 20–30 mm in 6 hours. This spatial differentiation is also reflected in the return periods. For instance, for a 100-year return period, rainfall in the north ranges between 100 and 110 mm in 24 hours, whereas in Fogo, located in the south, it reaches 141 mm. The highest precipitation intensities derived from the IDF curves are also recorded on Fogo Island, with values of 21 mm/h for a duration of 3 hours and 16 mm/h for 6 hours.

Overall, the results reveal a marked spatial differentiation of extreme precipitation in Cabo Verde, with higher intensities in the southern islands. These differences have direct implications for spatial planning and hydraulic infrastructure design. The estimation of return periods and the development of updated IDF curves provide key tools to strengthen flood risk management and support adaptation strategies in a context of increasing climate variability. This research is part of the CLIMAPRISCO project, which aims to map climate risks in Cabo Verde. The characterization of extreme precipitation provides key inputs for identifying flood-prone areas and supporting climate risk assessment across the archipelago.

Keywords: extreme precipitation; IDF curves; return periods; Cabo Verde; flood risk

Evolución reciente de los factores de erosión hídrica variables en la provincia de Almería

Antonio Gallegos Reina

Universidad de Málaga

a.gallegos@uma.es

Resumen: La provincia de Almería combina condiciones climáticas semiáridas y presiones socio-territoriales que la sitúan como una de las regiones de Europa con mayores procesos de erosión de suelos y desertificación. Y esta problemática es tanto mayor en un escenario de cambio climático como el actual. Para conocer cuál ha sido la evolución reciente de esta dinámica, se analizan en esta comunicación los dos factores variables claves de la erosión hídrica en la ecuación universal de pérdida de suelos (USLE): la erosividad de la lluvia (factor R) y la cobertura y manejo del suelo (factor C). El objetivo es caracterizar cartográficamente los cambios espaciales y temporales de ambos factores, y discutir sus implicaciones en la ordenación del territorio.

Metodológicamente, para el factor 'R' se emplean cartografías oficiales del factor R de la Junta de Andalucía (REDIAM, Red de Información Ambiental de Andalucía), calculando medias representativas para dos periodos: 1992–1999 y 2016–2023. Para el factor 'C' se comparan dos fechas: 1956 y 2022, a partir de información de usos del suelo, reclasificada y rasterizada para su traducción a valores de 'C'. Estos usos del suelo se obtienen del Mapa de Usos y Coberturas Vegetales de Andalucía (escala 1:25.000), para 1956, y del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (escala 1:10.000), para 2022. Ambos factores se armonizan espacialmente y se analizan mediante comparación cartográfica y métricas básicas de evolución temporal.

Los resultados confirman la hipótesis de partida, en la que se estiman incrementos locales tanto en la intensidad y erosividad de las precipitaciones como en la incapacidad de protección frente a la escorrentía por cambios en los usos y aprovechamientos del suelo. No obstante, ambos factores muestran comportamientos muy variables espacialmente. Se discute, asimismo, las implicaciones de esta problemática para la ordenación del territorio, destacando la necesidad de estrategias preventivas tales como conservación de cubiertas vegetales, manejo de escorrentía y planificación compatible con la fragilidad edáfica.

Palabras clave: Erosión hídrica, erosividad de la lluvia, ordenación del territorio, Almería, desertificación.

Propuestas para la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en la Universidad Veracruzana, México

Ana Cecilia Travieso Bello, Carolina Ochoa Martínez, Lorena De Medina Salas y María Tania García López

Universidad Veracruzana

atravieso@uv.mx; caochoa@uv.mx; ldemedina@uv.mx; tagarcia@uv.mx

Resumen: Las Instituciones de Educación Superior (IES) tienen un papel fundamental en la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático, a través de la formación de recursos humanos, la investigación y la vinculación con la sociedad. Por ello, el objetivo de esta investigación es analizar los lineamientos y acciones de la Universidad Veracruzana (UV), dirigidas a la reducción del riesgo de desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos y a la adaptación al cambio climático, con el fin de proponer mejoras en la gestión integral de riesgos de desastres, en el contexto del cambio climático. La UV es una IES pública, ubicada en el Estado de Veracruz, México. Se revisó su estructura organizativa, así como los planes, programas, lineamientos y protocolos, en materia de gestión integral de riesgos y cambio climático. Posteriormente, se identificaron áreas de oportunidad y se elaboraron propuestas. Se encontró que la UV posee el Programa de Estudios de Cambio Climático, que tiene como objetivos contribuir al desarrollo de la investigación, propiciar el intercambio de conocimiento entre diferentes disciplinas y la vinculación, en materia de cambio climático. Por otra parte, el Sistema Universitario de Gestión Integral del Riesgo, se encarga de articular, generar y fortalecer la gestión participativa y sustentable del riesgo en las entidades académicas y dependencias de la institución. Actualmente, se cuenta con brigadas en las Unidades Internas de Gestión Integral del Riesgo, un Plan de Acción Climática al 2030, así como lineamientos y protocolo de actuación frente a eventos hidrometeorológicos. En general, los esfuerzos de la UV se han concentrado en la gestión interna de riesgos y en la investigación sobre el cambio climático. La incorporación de estos temas en planes y programas de estudio es incipiente. Se propone fortalecer la vinculación al interior y al exterior de la UV; mejorar la capacitación, comunicación y divulgación, en los temas de gestión integral de riesgos de desastres y cambio climático; así como evaluar y retroalimentar periódicamente las acciones implementadas, con la participación activa de todos los actores involucrados. Estas propuestas contribuirán al fortalecimiento de la resiliencia comunitaria ante los efectos del cambio climático.

Palabras clave: Instituciones de Educación Superior, gestión integral de riesgos de desastres, fenómenos hidrometeorológicos, cambio climático, México

Propagación de la sequía climática a la sequía en el agua subterránea en acuíferos naturales andaluces

Paula Serrano-Acebedo y Natalia Limones

Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional. Universidad de Sevilla.

pserrano1@us.es; natalialr@us.es

Resumen: La sequía climática no se transmite al agua subterránea de forma inmediata ni lineal, sino a través de respuestas retardadas y amortiguadas controladas por la litología, la capacidad de almacenamiento y la estacionalidad de la recarga. Este trabajo analiza esa propagación en cuatro acuíferos andaluces de comportamiento casi natural (Sierra Norte, Grajales-Pandero, Sierra de las Nieves y Parpacén) a partir de nueve piezómetros. Las series piezométricas, discontinuas y con huecos, se regularizaron mensualmente mediante modelos transfer-function noise implementados en el software Pastas, y a partir de ellas se calculó el Standardized Groundwater Index (SGI). La sequía climática se caracterizó mediante el SPEI en escalas de 1 a 48 meses. La relación SGI-SPEI se evaluó mediante correlaciones multiescalares y análisis estacional, con el fin de identificar las escalas temporales dominantes y la estructura intraanual de la propagación.

Los resultados muestran un gradiente litológico nítido de memoria hidrológica: las mejores correspondencias con el SGI se obtienen con SPEI de aproximadamente 12 meses en acuíferos fracturados, 15-20 meses en sistemas kársticos y más de 20-25 meses en sistemas porosos. Además, el análisis estacional revela que el SPEI de final de invierno y primavera controla en gran medida el SGI de final de verano y otoño, cuando el almacenamiento subterráneo alcanza sus mínimos anuales. En términos aplicados, los resultados permiten definir ventanas SPEI específicas por tipología hidrogeológica y sugieren una posible ventana estacional de seguimiento y alerta temprana. Como análisis complementario, la coherencia wavelet entre las series SPEI-SGI apunta a que el acoplamiento clima-acuífero no es completamente estacionario y tiende a intensificarse durante los periodos de sequía subterránea.

Palabras clave: sequía subterránea, propagación de la sequía, SGI, SPEI, acuíferos andaluces.

La influencia del patrón escandinavo en los compound events secos–cálidos estivales en la España peninsular (1975–2020)

Paula Eduard Cuscó y Javier Martín-Vide

Universitat de Barcelona

ecuscopuigdellivol@gmail.com; jmartinvide@ub.edu

Resumen: Los compound events secos–cálidos estivales representan un riesgo creciente para los recursos hídricos, los ecosistemas y la salud pública en las regiones mediterráneas. Este trabajo analiza la influencia de los patrones de circulación atmosférica en la precipitación, las olas de calor y su ocurrencia conjunta en la España peninsular, con especial énfasis en el patrón de teleconexión escandinavo (SCAND).

En este sentido, se evalúan las correlaciones espaciales entre la precipitación de verano y cinco patrones de teleconexión de referencia (SCAND, la Oscilación del Atlántico Norte (NAO), East Atlantic (EA), la Oscilación Mediterránea (MO) y la Oscilación del Mediterráneo Occidental (WeMO)), así como su relación con la frecuencia de días con olas de calor. Los compound events secos–cálidos se identifican mediante un enfoque basado en percentiles, que integra condiciones de sequía generalizada con episodios de calor extremo.

A diferencia de lo observado en otras estaciones, SCAND emerge como el principal patrón atmosférico modulador de la variabilidad de la precipitación estival en la España peninsular, con correlaciones estadísticamente significativas que abarcan hasta el 76,6 % del territorio. Las fases negativas de SCAND se asocian de forma consistente con precipitaciones por debajo de lo normal, un incremento de las olas de calor y la aparición de veranos caracterizados por compound events secos–cálidos.

Entre 1975 y 2020 se identifican seis episodios secos-cálidos de este tipo, todos ellos vinculados a fases negativas persistentes del índice SCAND. Asimismo, la detección de una tendencia negativa significativa en el índice SCAND estival durante el período 1950–2020 sugiere que los cambios recientes en la circulación atmosférica a gran escala podrían estar contribuyendo al aumento de la frecuencia y persistencia de extremos cálidos y secos. En conjunto, estos resultados ponen de manifiesto el papel clave de SCAND como fuente de predictibilidad para la evaluación de los riesgos climáticos estivales futuros en la España peninsular.

Palabras clave: compount events secos–cálidos; España peninsular; precipitación; patrón escandinavo (SCAND); teleconexiones.

Meteo-Drones: una herramienta emergente para el avance de la observación y la predicción meteorológica

César Azorín-Molina[1], Nicholas Kay[2], Amir Pirooz[3], Carlos Calvo-Sancho[1], José Gómez-Reyes[1], Francisco Granell-Haro[1], Sergio M. Vicente-Serrano[4], Nuria P. Plaza-Martín[1], Àngela Manrique[1], Andrés Martín-Barrio[1], Shalenys Bedoya-Valestt[1], Miguel Andrés-Martín[1], Marcos Martínez-Roig[1]

[1] Centro de Investigaciones sobre Desertificación, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIDE, CSIC-UV-Generalitat Valenciana), Climate, Atmosphere and Ocean Laboratory (Climatoc-Lab), Moncada, Valencia, España
[2] The University of Auckland (UOA), Auckland, New Zealand
[3] National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA), New Zealand
[4] Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IPE–CSIC), Zaragoza 50059, España

cesar.azorin@csic.es; amir.pirooz@niwa.co.nz; nicholas.kay@auckland.ac.nz; svicen@ipe.csic.es

Resumen: Esta contribución presenta el estado del arte del uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV) equipados con sensores meteorológicos, denominados Meteo-Drones, como nuevas herramientas de observación atmosférica de alta resolución para el estudio del tiempo y el clima. Estas plataformas emergentes representan un avance significativo en Meteorología y Climatología, tanto por su capacidad de muestreo tridimensional como por su potencial para mejorar la predicción meteorológica y los sistemas de alerta temprana ante fenómenos extremos. Los Meteo-Drones constituyen un equipamiento científico de nueva generación y bajo coste, capaces de realizar perfiles atmosféricos repetidos hasta altitudes de 5–7 km, proporcionando mediciones de viento, temperatura, humedad y presión con elevada resolución espacio-temporal. Esta capacidad permite caracterizar con mayor detalle la capa límite atmosférica, analizar estructuras térmicas y dinámicas de pequeña escala y monitorizar condiciones precursoras de eventos meteorológicos extremos. La densificación observacional que aportan podría contribuir a reducir incertidumbres en modelos numéricos de predicción de alta resolución.

El trabajo se basa en una revisión sistemática de experiencias internacionales recientes desarrolladas por Servicios Meteorológicos Nacionales y centros de investigación. Se analizan: (1) las configuraciones técnicas de los UAV y de los sensores embarcados; (2) las estrategias de observación vertical y horizontal y la generación de estructuras tridimensionales de datos; (3) los estudios de validación frente a estaciones de referencia y/o radiosondeos; y (4) los desafíos asociados a la estandarización de protocolos y a la asimilación de datos en modelos numéricos. Como caso de estudio, se presenta el primer Meteo-Dron diseñado y desarrollado en España por el Climatoc-Lab del CIDE (CSIC-UV-GVA), junto con los primeros vuelos científicos realizados tras la obtención de autorizaciones operativas hasta 5–7 km. Asimismo, se discute la experiencia en la gestión de permisos de vuelo y la relevancia estratégica de impulsar una futura red nacional de Meteo-Drones.

En conjunto, los resultados evidencian que los Meteo-Drones constituyen una tecnología en consolidación, con amplio potencial de aplicación en energías renovables, aviación, agricultura, protección civil, sector asegurador, defensa e investigación científica, y con capacidad para reforzar la observación y predicción meteorológica.

Palabras clave: Meteo-Dron, sondeos atmosféricos, observación, predicción

Acknowledgements: This study forms part of the ThinkInAzul programme and was supported by MICIU with funding from European Union NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) and by Generalitat Valenciana; project GVA-THINKINAZUL/2021/018. The research also receives support from the GVA. PROMETEO Ref. CIPROM/2023/38; the PTI Clima - Spanish CSIC; and RED-CLIMA 2. CSIC. Ref. LINCG24042.

¿Cómo son los Entornos Convectivos Severos en España? ¿Puede ERA5 representarlos correctamente?

Andres Barrio-Martin, Carlos Calvo-Sancho, Nuria P. Plaza-Martin y César Azorín-Molina

Centro de Investigaciones sobre Desertificación, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIDE, CSIC-UV-Generalitat Valenciana), Climate, Atmosphere and Ocean Laboratory (Climatoc-Lab), Moncada, Valencia, España.

andbarriomartin@gmail.com

Resumen: Este estudio se centra en las diferencias entre los entornos mesoescalares asociados a tormentas causantes de fenómenos severos frente a tormentas no severas. Encontrar estas diferencias en diagramas termodinámicos y hodógrafas constituye un reto para identificar los precursores de fenómenos severos asociados a la convección húmeda profunda. Por esto, una mejor caracterización y diferenciación de las condiciones previas a estos eventos resulta un paso importante hacia la mejora de la predicción y/o la reconstrucción de climatologías del tiempo severo y sus impactos en España. Para ello, hemos combinado el reanálisis ERA5, detecciones de rayos y reportes de tiempo severo de SINOBAS, con el fin de caracterizar entornos tanto de tormentas no severas, como de reventones (downbursts; ≥ 80 km/h), granizo grande (≥ 5 cm), precipitaciones de muy alta intensidad (≥ 60 mm/h) o tornados. Con estos datos se han calculado más de 200 parámetros convectivos, que se han clasificado por su representatividad para distinguir fenómenos severos y tormentas no severas, según sus curvas ROC. Los resultados revelan diferencias específicas para cada fenómeno severo, respecto a las tormentas ordinarias:

- Reventones y vientos convectivos. En verano, sus principales diferencias son perfiles muy cálidos con fuerte inestabilidad, encontrando aumentos en parámetros como la altura del nivel de fusión y la energía potencial convectiva disponible para corrientes descendentes (DCAPE). Fuera del verano, destacan por vientos fuertes en el perfil vertical, asemejándose a entornos severos de alta-cizalladura-bajo-CAPE (HSLC) con umbrales reducidos.
- Granizo grande. Destaca por una elevada energía potencial convectiva disponible (CAPE) y cizalladura, además de por ciertos parámetros compuestos (p.ej., WMAXSHEAR).
- Precipitaciones súbitas torrenciales. Diferenciadas por altos contenidos de humedad (razón de mezcla), saturación, entornos favorables a sistemas lentos y afinidad a parámetros supercelulares (Energy-Helicity Index).
- Tornados y trombas marinas. Presentan dificultades para distinguirse de tormentas no severas, mostrando solo una ligeramente mayor inestabilidad en capas bajas (CAPE 0-3 km).

Además, se han evaluado las limitaciones de ERA5 en entornos convectivoscomparando con sondeos y se encuentra una subestimación de la convección severa (CAPE), aunque con menor sesgo en parámetros de interés para ciertos fenómenos (p.ej., DCAPE, agua precipitable).

Palabras clave: Tiempo Severo, ERA5, Downbursts, Granizo, Precipitación Extrema, Tornados

Assessing climate-driven water risks for peach orchards in the Segre Valley

Emma Gaitán, Lorena Galiano, César Paradinas and Carlos Prado

Fundación para la Investigación del Clima

emma@ficlima.org

Abstract: Mediterranean fruit belts increasingly depend on regulated irrigation under rising temperatures and variable precipitation. This case study evaluates how climate change may affect peach production in the Segre Valley (Catalonia) through its impact on water resources and irrigation reliability, and it develops practical adaptation pathways aligned with the Horizon Europe project "Demonstrating innovative pathways addressing water and soil pollution in the Mediterranean Agro-Hydro-System (Path4Med)."

Methods integrate basin hydrology and orchard demand. We compile historical meteorological, hydrological, phenological and yield datasets to quantify links between winter chill, heat accumulation, extreme events and production. Orchard water demand is estimated with the FAO56 framework using locally calibrated Kc curves, generating an Irrigation Requirement Index that captures the timing and magnitude of seasonal demand. On the supply side, we calibrate an HEC-HMS model for Segre sub-basins with precipitation inputs, infiltration losses and reservoir routing at Rialb and Oliana. Both components are driven by bias-corrected, downscaled climate projections to mid-century for several model–SSP combinations. A supply–demand matrix and vulnerability maps are then used to identify deficit windows and hotspots.

Preliminary results indicate consistent increases in reference evapotranspiration and shifts in phenology that raise irrigation requirements and compress operational flexibility during critical fruit-sizing stages. Simulations highlight that the coincidence of higher evaporative demand with altered seasonal inflows can reduce reliability, especially in dry-warm scenarios. Scenario testing shows that regulated deficit irrigation, forecast-guided scheduling, pressure management and conveyance upgrades can lower applied water without penalizing commercial quality. Additional co-benefits include reduced tailwater volumes and improved control of sediment and nutrient exports, in line with Path4Med's pollution-reduction mission.

We conclude that coupling a calibrated basin model with crop water demand provides actionable, scenario-based evidence for growers and water user associations. The approach identifies no-regret measures, activation thresholds and monitoring indicators that can be implemented in demonstration orchards and scaled through irrigation communities. The methodology is transferable to other Mediterranean fruit districts that face the dual challenge of rising water stress and stricter environmental performance, offering a practical route to climate resilience and better water quality outcomes under future climates.

Key words: Climate change, adaptation, water availability, peach

Desplazamientos medioambientales: migración como técnica adaptativa a través de las reubicaciones planificadas

Carlota Díaz García

Estudiante del Máster de Acceso a la Abogacía y Procura de
la Universidad de La Laguna y del Máster de Estudios Avanzados
de Derecho público de la Universidad Carlos III de Madrid

carlotadgcia@gmail.com

Resumen: El objetivo de la presente investigación es analizar las reubicaciones planeadas como una de las técnicas adaptativas frente a los desplazamientos medioambientales generados por el cambio climático.

Para ello, primero conceptualizaremos el fenómeno de los desplazamientos medioambientales, centrándonos en aquellos que se ubican en zonas en las que no se prevea posible el mantenimiento o retorno de la población. En segundo lugar, introduciremos las reubicaciones planificadas de habitantes, infraestructuras y servicios de zonas vulnerables, entendiendo así la migración medioambiental no como un mero proceso individual o grupal sobrevenido, sino como una técnica adaptativa colectiva y organizable, poniendo así de manifiesto la necesidad de coordinación y cooperación de los Estados con las poblaciones afectadas para fomentar su capacidad de agencia y resiliencia.

Abordaremos cómo llevar a cabo de manera correcta estas reubicaciones, teniendo en cuenta la necesidad del establecimiento de marcos legales que las amparen, la importancia de la participación de las poblaciones afectadas en su proceso de reubicación y la selección del lugar idóneo para ello. Por último, haremos referencia a los retos y las oportunidades existentes, así como los logros y las lecciones aprendidas en base a las experiencias de reubicación ya realizadas en diferentes zonas del Caribe.

La metodología utilizada para la realización de este trabajo es de tipo cualitativo, basándose en la utilización del método hermenéutico. A través de la exploración, análisis y revisión documental y bibliográfica de normativa internacional y nacional, informes de organismos públicos, bases de datos y archivos de organizaciones internacionales relacionados con la materia, se realiza un estudio de las políticas de diferentes países y los resultados de la ejecución de estas. Para ello, se ha recurrido, entre otras, a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y las respectivas Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (DNC), los Marcos de Política de Reasentamiento (MPR) y los Planes de Reasentamiento (PAR) del Banco Internacional Europeo (BEI) así como a la Organización Internacional para las Migraciones (OIM), Agencia de la ONU para los Refugiados (ACNUR), y a revistas especializadas en materia de cambio climático y migraciones.

Palabras clave: desplazamientos ambientales, reubicaciones planificadas, técnicas adaptativas, ordenación del territorio, resiliencia

SISMERGE: Sistema integrado para la gestión colaborativa de emergencias climáticas en el marco CNE–CME de Costa Rica

José Pablo Noguera Espinoza y Randal Esteban Blanco Navarro

Universidad de Costa Rica, Sede del Sur

jose.nogueraespinoza@ucr.ac.cr; randal.blanconavarro@ucr.ac.cr

Resumen: El aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos asociados al cambio climático ha incrementado la complejidad de la gestión de emergencias, especialmente en contextos institucionales donde coexisten múltiples actores con competencias diferenciadas. En Costa Rica, el modelo de atención de emergencias está liderado por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE), con un enfoque descentralizado en el que los Comités Municipales de Emergencia (CME) constituyen el principal nivel operativo, mientras que el sistema 9-1-1 actúa como punto de recepción inicial de incidentes reportados por la ciudadanía.

Si bien este esquema permite una activación temprana de la respuesta, la gestión posterior del incidente presenta limitaciones asociadas a la fragmentación de la información, la heterogeneidad de herramientas tecnológicas y la dificultad para consolidar una visión operativa compartida entre instituciones. Estas debilidades impactan directamente la coordinación interinstitucional, el seguimiento de acciones y la elaboración de Informes de Situación, elementos clave para la toma de decisiones estratégicas durante una emergencia climática.

Este trabajo presenta SISMERGE (Sistema Integrado de Gestión de Emergencias) como una plataforma tecnológica diseñada para fortalecer la gestión colaborativa de incidentes en el marco del modelo CNE–CME. SISMERGE se implementa como una aplicación web desarrollada en Flutter, con un backend basado en servicios de Firebase, y adopta una arquitectura modular orientada a dominios funcionales como gestión de incidentes, albergues, asistencia, suministros, instituciones y generación de informes.

La metodología se fundamenta en el análisis del flujo real de atención de emergencias en el territorio, integrando la recepción de incidentes derivados del 9-1-1, la gestión operativa de los CME y la supervisión estratégica de la CNE. El sistema incorpora herramientas de georreferenciación y visualización territorial, así como mecanismos para la construcción dinámica y colaborativa de Informes de Situación, exportables en formatos oficiales.

Los resultados evidencian que SISMERGE mejora la trazabilidad de las acciones, reduce la duplicidad de esfuerzos y fortalece la coordinación interinstitucional, contribuyendo a una gestión más eficiente del riesgo y a la construcción de territorios más resilientes frente a los impactos del cambio climático.
Palabras clave: gestión de emergencias, riesgo climático, comités municipales de emergencia, sistemas de información territorial, resiliencia.

Calor nocturno, ciudad y riesgo: diez años de noches tropicales y tórridas en un entorno urbano

Samuel Barrao[1], David Zambrana[1] y Miguel Ángel Saz[2]

[1] Fundación CIRCE, Equipo de Bieconomía y Cambio Climático
[2] Universidad de Zaragoza, Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio

sbsimorte@fcirce.es; msaz@unizar.es.

Resumen: El incremento de las temperaturas nocturnas representa uno de los efectos más preocupantes del cambio climático en entornos urbanos, con repercusiones directas sobre la salud y el bienestar de la población. Este trabajo analiza la evolución de las noches tropicales y tórridas en Zaragoza durante la última década a partir de una red de 23 sensores de temperatura y humedad relativa con registros horarios continuos desde 2015.

El objetivo principal es evaluar la frecuencia, intensidad y distribución espacial de las noches cálidas, así como estimar el riesgo climático asociado mediante la integración de la exposición térmica y la vulnerabilidad social. La hipótesis de partida sostiene que el aumento de las temperaturas mínimas nocturnas es espacialmente heterogéneo y que las zonas con mayor persistencia de noches cálidas coinciden con áreas de mayor vulnerabilidad, agravando el riesgo climático.

La metodología comprende un riguroso control de calidad de las series temporales y la identificación de noches tropicales y tórridas mediante umbrales térmicos de 20 °C y 25 °C, respectivamente. Se analizan tendencias temporales y patrones espaciales, con especial atención a las temperaturas mínimas nocturnas y la duración de los episodios. La evaluación del riesgo integra indicadores de peligrosidad (frecuencia e intensidad), exposición (distribución poblacional) y vulnerabilidad, utilizando el Índice Sintético de Vulnerabilidad de Zaragoza a escala de distrito, sección censal y manzana.

Los resultados muestran un aumento significativo en la frecuencia y persistencia de noches cálidas en la mayoría de los sensores, especialmente en zonas densamente urbanizadas. Se detectan contrastes espaciales estables: las temperaturas nocturnas más elevadas se concentran en áreas con escasa vegetación y alta densidad edificatoria. La combinación de exposición y vulnerabilidad permite identificar sectores urbanos donde el riesgo climático nocturno es especialmente crítico, poniendo de manifiesto la necesidad de incorporar la dimensión social en los estudios de clima urbano. Estos hallazgos ofrecen información estratégica para la planificación urbana y el diseño de medidas de adaptación frente al calentamiento nocturno.

Palabras clave: clima urbano, noche tropical, noche tórrida, vulnerabilidad, Zaragoza.

Sesgos cognitivos y vulnerabilidad dinámica en la gobernanza de los riesgos climáticos complejos

Noemi Padrón Fumero[1,2], Carmen Álvarez[2,3], Jordan Correa González[4,6], Juan José Díaz Hernández[2,3], Jaime Diaz Pacheco[4,6], Pedro Dorta Antequera[4,6], Tamara Febles Arévalo[5,6], Sara García González[1,2], Raúl Hernández Martín[1,2], Abel Lopez Diez[4,6], Nerea Martín Raya[4,6], David Romero Manrique[1], Marleen de Ruiter[7] y Philip J. Ward[7]

[1] Departamento de Economía Aplicada y Métodos Cuantitativos,
Universidad de La Laguna, Islas Canarias, España.
[2] Cátedra de Turismo CajaCanarias Ashotel,
Universidad de La Laguna, Islas Canarias, España.
[3] Departamento de Economía, Contabilidad y Finanzas,
Universidad de La Laguna, Islas Canarias, España.
[4] Departamento de Geografía e Historia,
Universidad de La Laguna, Islas Canarias, España.
[5] Departamento de Arte, Ciudad y Territorio Cátedra de Riesgos y Ciudades Resilientes, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, España.
[6] Cátedra de Riesgos y Ciudades Resilientes,
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria,
Islas Canarias, España
[7] Institute for Environmental Studies (IVM),
Vrije Universiteit Amsterdam, Países Bajos.

sbsimorte@fcirce.es

Resumen: En contextos caracterizados por la concurrencia de múltiples amenazas naturales, uno de los principales desafíos de la gestión del riesgo es la dificultad para reconocer y gobernar el carácter dinámico de la vulnerabilidad. Este trabajo sostiene que el riesgo sistémico se produce y redistribuye de forma endógena a través de sesgos cognitivos institucionales que estructuran las fases de preparación, emergencia y recuperación. La persistencia de enfoques que conceptualizan los eventos extremos como shocks exógenos conduce así a trayectorias de vulnerabilidad creciente en sistemas socioeconómicos altamente interdependientes.

La investigación se enmarca en los objetivos del proyecto MYRIAD-EU y dialoga con la literatura sobre percepción del riesgo y toma de decisiones en contextos multi-amenaza, que destaca el papel de los marcos cognitivos y las heurísticas en la gestión de desastres. Los sesgos cognitivos se conceptualizan aquí como patrones institucionalizados de interpretación del riesgo que condicionan qué amenazas se reconocen, cómo se evalúan sus impactos y qué respuestas se consideran legítimas a lo largo del ciclo de gestión. Metodológicamente, el análisis se basa en entrevistas estructuradas en profundidad a representantes de sectores críticos —energía, agua, agricultura, turismo y protección civil— en un contexto regional expuesto a riesgos multiamenaza, analizadas mediante ATLAS.ti para identificar patrones narrativos y marcos dominantes de interpretación.

Los resultados muestran un patrón recurrente de sesgos que limita la incorporación efectiva de la vulnerabilidad dinámica en la práctica del DRM. Aunque existe un reconocimiento discursivo de las interdependencias sistémicas y de las dinámicas en cascada, este coexiste con enfoques evento-céntricos, reactivos y mono-amenaza, así como con la naturalización de la vulnerabilidad como condición estructural dada. Estos marcos se ven reforzados por la fragmentación institucional, desajustes regulatorios y una dependencia persistente de soluciones técnicas que generan una ilusión de resiliencia al no incorporar criterios de redundancia ni adaptación sistémica.

Desde una perspectiva de climatologia aplicada y gestion del riesgo, el trabajo subraya la necesidad de avanzar hacia enfoques sistémicos que integren dependencias funcionales, ntersectoriales y temporales. De ello se derivan implicaciones clave para la politica europea y regional, incluyendo la incorporacion del riesgo sistemico en la planíticación climática y territorial, el reconocimiento de la emergencia y la recuperación como fases críticas en la generación de repicito del DR gración de la corrección de sesgos cognitivos institucionales como objetivo

Palabras clave: Vulnerabilidad dinámica, Riesgo sistémico, Sesgos cognitivos.

Assessing present and future climate-related fire risk in Andalusia under climate change scenario

Alejandra Merino Luna[1], Tilman Meyer-Clasen[2,3], Lenka Sinčáková[2], Francisco Pérez-Bernal[2] y Carmen Álvarez-Castro[1]

[1] Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España.
[2] Universidad de Huelva, Huelva, España.
[3] Avans University of Applied Sciences - Avans Hogeschool, Breda, Netherlands.

amerlun@alu.upo.es; mcalvcas@upo.es

Resumen: El riesgo de incendios se ha intensificado en las últimas décadas, impulsado en gran medida por el cambio climático y por el aumento en la frecuencia y severidad de los eventos extremos. Este estudio evalúa el riesgo actual y futuro de incendios en Andalucía (sur de España) mediante el índice meteorológico de incendios (Fire Weather Index, FWI) durante la estación estival (JJAS), bajo los escenarios de emisiones RCP2.6, RCP4.5 y RCP8.5. Para ello, se emplean simulaciones climáticas regionales de alta resolución procedentes de la iniciativa EURO-CORDEX, abarcando tanto el periodo histórico como proyecciones futuras.

El objetivo es caracterizar la distribución espacial del riesgo de incendios en Andalucía, identificar las áreas más vulnerables según la clasificación del Global Wildfire Information System (GWIS, 2021) y analizar su evolución bajo distintos escenarios climáticos. Asimismo, se evalúa la habilidad de los modelos mediante la comparación del FWI simulado con el derivado de ERA 5, permitiendo cuantificar sesgos y su capacidad para reproducir las condiciones observadas. Los resultados muestran un aumento robusto del FWI a lo largo del siglo XXI, especialmente bajo el escenario RCP8.5, con mayores niveles de riesgo y variabilidad en la región oriental. Además, se proyecta un desplazamiento hacia categorías superiores de peligro, desde niveles Altos a Muy Altos o Extremos hacia finales de siglo. Estos resultados evidencian el incremento del riesgo de incendios en Andalucía y subrayan la necesidad de integrar proyecciones climáticas, teledetección e índices de peligro en las estrategias de prevención y adaptación.

Palabras clave: Riesgo de incendios, índice FWI, cambio climático, Andalucía, EURO-CORDEX, eventos extremos

Integrating Multi-Source Climate Data and Predictive Models to Assess Bioclimatic Stress in Mediterranean Vineyards: An Integrated Multi-Source Study in Padul (Granada, Spain)

Lucía Moreno-Cuenca[1,2], Thodoris Maximilianos Chytis[3], Jesús Rodrigo-Comino[1,2]

[1] Department of Regional Geographic Analysis and Physical Geography, Faculty of Philosophy and Letters, University of Granada, 18071 Granada, Spain
[2] Andalusian Research Institute in Data Science and Computational Intelligence (DaSCI), University of Granada, 18071 Granada, Spain
[3] School of Chemical and Environmental Engineering, Technical University of Crete, Chania, Greece

luciamc1012@ugr.es; jesusrc@ugr.es; tchytis@tuc.gr

Abstract: Mediterranean viticulture is increasingly challenged by climate-driven risks, including rising temperatures, altered seasonal patterns, and more frequent extreme rainfall events. This study evaluates recent bioclimatic trends and investigates short-term predictive capabilities in an experimental vineyard in Granada province, Southern Spain. We hypothesize that ongoing warming and intensifying extremes are significantly modifying key vine phenological conditions relevant for grapevine development and soil sustainability. The analysis integrates two complementary meteorological datasets: (i) a long-term daily climate record (2001–2023) providing multi-decadal context for thermal and hydrological trends, and (ii) a high-resolution recent dataset (2023–2024) capturing local microclimatic variability during the most recent vinegrowing seasons. A comprehensive data-processing workflow was implemented, including the harmonization of variables, daily resampling, outlier correction, climatological imputation, and the calibration of reference evapotranspiration (ET_0) using a modified Hargreaves approach. Both datasets were merged into a continuous, high-quality daily series extending across more than two decades. Key bioclimatic indicators were then computed, including the Huglin Index, Growing Degree Days, Cool Night Index, Dryness Index, and ET_0. Our results reveal a clear intensification of thermal stress: hot days (Tmax > 35 °C) increased from 20 to 34 days between 2020 and 2023, while tropical nights (Tmin > 20 °C) rose from 7 to 19 nights over the same period. Elevated evaporative demand and an increase in heat-related extremes further indicate growing exposure to thermal and hydric stress within the vineyard's growing season. Recent high-resolution observations also show intra-seasonal anomalies that may amplify stress at the local scale.

Although preliminary predictive experiments using statistical and machine-learning models did not yet yield robust or conclusive forecasting skill, the multi-source dataset and methodological framework developed here provide a solid foundation for future improvements. Rather than offering definitive predictive outcomes at this stage, the study opens a clear window for methodological refinement and future applications of advanced forecasting tools to assess climate-driven risks in Mediterranean viticulture.

Keywords: climate change; Mediterranean viticulture; bioclimatic indices, climate risk, predictive modeling.

Acknowledgements: This research was supported by the BBVA Foundation Leonardo Grant for Researchers and Cultural Creators (2021), the University of Granada Plan Propio projects (PP2022.EI-01; PPJIA2022-58), the AEI- Agri Operational Groups project (2022-2025), and the Marie Curie Staff Exchange project and SOILCRATES (Horizon Europe) project.

Escenarios pasados y futuros de la disponibilidad de frío y calor para los frutales y la ocurrencia de heladas en Aragón

Eduardo Pérez Sosa[1], Roberto Serrano Notivoli[1], Miguel Ángel Saz Sánchez[1] y María Luz Hernández Navarro[2]

[1] Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Clima, Agua, Cambio Global y Sistemas Naturales. Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón.
[2] Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Grupo de Estudios de Ordenación del Territorio. Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón

eduardo.perez@unizar.es; roberto.serrano@unizar.es; masaz@unizar.es; mlhernan@unizar.es

Resumen: En un contexto de calentamiento, se vaticinan deficiencias en la producción y rendimiento de frutales por la falta de frío. El objetivo de nuestro estudio consistió en analizar las variaciones espacio-temporales de las condiciones térmicas para los frutales y la amenaza de heladas al noreste de España. Utilizamos una base de datos de temperaturas diarias de 70 años a resolución espacial de 1 km2 (SiCLIMA) y proyecciones de temperatura diarias de un conjunto de 18 modelos climáticos regionales RCP4.5 y RCP8.5 para los períodos de mediados (2041-2070) y finales de siglo (2071-2100) (EURO-CORDEX), reducidos a partir de modelos climáticos globales y corrección de sesgo. Se calcularon las porciones frío (Modelo Dinámico) de noviembre a febrero y el forzamiento (Grados Horas de Crecimiento) de febrero a marzo, así como la probabilidad de ocurrencia de heladas tardías después del 1 de marzo para cada uno de los escenarios. Los resultados indican que el enfriamiento invernal se mantiene dentro de rangos compatibles con la producción de fruta en todos los escenarios, con persistentes contrastes espaciales entre los sectores occidental y oriental. Por el contrario, la acumulación de calor primaveral muestra un aumento significativo y espacialmente coherente, especialmente en las zonas de baja altitud y orientales, lo que indica una creciente influencia de las temperaturas primaverales en la dinámica fenológica. Aunque los escenarios futuros prevén una reducción sustancial de la probabilidad de que se produzcan heladas después de principios de marzo, el aumento de la acumulación de calor puede adelantar el desarrollo fenológico, desplazando potencialmente la exposición a las heladas a períodos más tempranos a finales del invierno.

Palabras clave: porciones frío, grados horas de crecimiento, heladas tardías, cambio climático, frutales

Caracterización de las olas de calor en Chile de acuerdo al Excess Heat Factor (1979-2018)

Oliver Meseguer-Ruiz[1], Alejandro Díaz-Poso[2], Dominic Royé[3], Marc Lemus-Canovas[4], Pablo Sarricolea[5], Magdalena Fuentealba[6]

[1] Departamento de Ciencias Históricas y Geográficas, Universidad de Tarapacá
[2] Departamento de Geografía, Universidade de Santiago de Compostela
[3] Misión Biológica de Galicia (MBG) – CSIC
[4] Center for Climate Change and Transformation, EURAC Research, Bolzano, Italy
[5] Departamento de Geografía, Center for Climate and Resilience Research, Universidad de Chile
[6] Instituto de Geografía, Centro UC Desierto de Atacama, Pontificia Universidad Católica de Chile; Instituto de Ecología y Biodiversidad

omeseguer@academicos.uta.cl; a.diaz.poso@usc.es; droye@mbg.csic.es; marc.lemusicanovas@eurac.edu; psarricolea@uchilefau.cl; mmfuentealba@uc.cl

Resumen: Las olas de calor han aumentado en frecuencia, intensidad y extensión a consecuencia del cambio climático, representando un riesgo creciente para la salud humana, los ecosistemas y la infraestructura. En América del Sur, son escasos los estudios que aplican indicadores biometeorológicos para evaluar su impacto. Este trabajo constituye la primera aplicación del índice Excess Heat Factor (EHF) en Chile continental, entre 1979 y 2018, a partir de datos de temperatura diaria de alta resolución.

Se analizaron la intensidad, frecuencia, duración y extensión espacial de las olas de calor, así como sus tendencias temporales y la caracterización sinóptica de tres eventos representativos en Arica (norte), Santiago (centro) y Puerto Montt (sur). Los resultados muestran contrastes geográficos claros: en Chile central las olas de calor son más intensas y recurrentes; en el norte, más prolongadas y variables; mientras que, en el sur, aunque históricamente menos frecuentes, presentan una tendencia creciente en extensión y severidad. Tras el año 2000 se observa un aumento significativo en la intensidad, duración y extensión espacial de las olas de calor. El análisis sinóptico revela la presencia persistente de dorsales en niveles medios de la atmósfera y anticiclones superficiales, configuraciones que favorecen subsidencia, estabilidad y limitan los mecanismos de enfriamiento. Estos patrones, coherentes a lo largo del país, confirman la relevancia del forzamiento atmosférico a gran escala en la génesis y persistencia de las olas de calor. El EHF demostró ser una herramienta eficaz para identificar eventos con impacto potencial en la salud, al integrar tanto anomalías climáticas como procesos de aclimatación a corto plazo. Los resultados advierten una expansión espacial de las olas de calor en Chile, con una cobertura nacional que en las últimas décadas ha alcanzado hasta más del 60% del territorio en años extremos. El estudio concluye que se requieren estrategias de adaptación diferenciadas por región, que incluyan sistemas de alerta temprana, planificación urbana y rural, y políticas de salud pública. La aplicación del EHF en Chile sienta un precedente para evaluaciones similares en Sudamérica, aportando un marco robusto para la gobernanza del riesgo climático frente al aumento proyectado de extremos térmicos.

Palabras clave: Estrés térmico, Excess Heat Factor, Ola de calor, Patrones sinópticos

Resilience of soil mycobiota in Spanish shrublands following fire-prevention interventions

Jorge Víctor Maurice-Lira, Pablo Martín-Pinto, J.A. Oria-de-Rueda

Sustainable Forest Management Research Institute,
University of Valladolid, Avda. Madrid 44, 34071, Palencia, Spain

jvmaurice@uva.es; pmpinto@uva.es; juanandres.oria-rueda@uva.es

Abstract: The abandonment of rural areas in the Mediterranean basin has triggered a widespread expansion of pyrophytic shrublands, increasing fuel loads and heightening the risk of intense wildfires under climate change. Fuel management through prescribed burning or clearing is essential to mitigate this threat; however, it is necessary to assess the effects of these practices on soil fungal communities and their ecosystem functions. This study focused on shrublands dominated by Cistus ladanifer, a pyrophytic shrub that establishes mycorrhizal associations with more than 200 fungal species, including ecologically and gastronomically valuable taxa such as Boletus edulis. To evaluate the impact of preventive treatments on the soil mycobiome, monitoring was conducted at four sites in supra-Mediterranean and thermo-Mediterranean Spain. Three treatments were applied: prescribed burning, total clearing, and untreated control. Metabarcoding (Illumina NGS) of the ITS1 region of fungal DNA extracted from soil samples was performed before treatment, five and 12 months after application. This approach enabled characterization of taxonomic and trophic functionality shifts in fungal communities. The study was divided into two stages: a) evaluation of the effect of fire and time elapsed after prescribed burning; B) comparison of the impacts of different management methods. Results showed that one year after prescribed burning, no significant effects were observed on overall fungal richness or diversity. Although compositional changes occurred, major functional guilds displayed notable resilience. At five months, fire reduced the abundance of ectomycorrhizal fungi and favored non-specific saprotrophs exploiting pyrolyzed organic matter. However, one year post-fire, ectomycorrhizal abundance had recovered to pre-fire levels, coinciding with the resprouting of Cistus ladanifer. Comparison among treatments revealed that neither burning nor clearing significantly affected fungal richness or diversity relative to controls. Both interventions induced compositional shifts, but fungal communities in burned plots showed greater similarity to controls after one year, suggesting a recovery trajectory. Evidence demonstrates that prescribed burning is an effective fuel-reduction strategy that does not cause significant disturbance to soil fungal communities one year after treatment in these Mediterranean ecosystems. The rapid recovery of ectomycorrhizal fungi, facilitated by the resilience of Cistus ladanifer, highlights the importance of this mutualism in post-fire restoration.

Keywords: Cistus ladanifer, wildfire prevention, soil mycobiome, extreme climate events.

Gobernanza de los Sistemas de Alerta Temprana en Risaralda, Colombia: brechas entre planificación, inversión y articulación institucional

Alexander Galindo López

Profesor catedrático de la Universidad Tecnología de Pereira - UTP, jefe de control interno de gestión del la Corporación Autónoma Regional de Risaralda - CARDER, Candidato a Doctor en Gestión Integral del Riesgo de la Escuela nacional de Protección Civil – sede Chiapas, México - ENAPROC.

agalindo@utp.edu.co

Resumen: Los riesgos asociados al cambio climático han incrementado la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos, especialmente en territorios altamente expuestos donde convergen condiciones de vulnerabilidad institucional y socioeconómica. En este contexto, los sistemas de alerta temprana (SAT) se constituyen en herramientas fundamentales para la gestión del riesgo; sin embargo, su efectividad depende en gran medida de la gobernanza del riesgo y de la capacidad de articulación entre actores en diferentes niveles. El presente estudio analiza la gobernanza de los sistemas de alerta temprana en el departamento de Risaralda (Colombia), mediante un enfoque mixto que integra análisis normativo, identificación de actores y la aplicación de una matriz de evaluación compuesta por 9 variables y 19 indicadores. La matriz fue validada a través de un panel de 12 expertos, quienes ponderaron la importancia de las variables y evaluaron el desempeño del sistema en el territorio. Los resultados evidencian una brecha significativa entre la relevancia de la gobernanza del riesgo y su implementación efectiva, identificándose debilidades en la coordinación multinivel, vacíos en la definición operativa de roles y limitaciones en la sostenibilidad institucional. En contraste, los componentes tecnológicos presentan un mayor nivel de desarrollo relativo. Se concluye que las principales limitaciones de los sistemas de alerta temprana no son de carácter tecnológico, sino de gobernanza, lo que resalta la necesidad de fortalecer los mecanismos de coordinación multinivel y de integrar de manera efectiva estos sistemas en las estrategias de gestión del riesgo frente al cambio climático.

Palabras clave: gobernanza del riesgo, sistemas de alerta temprana, , cambio climático, gestión del riesgo, coordinación multinivel.

Urban heat stress assessment at neighbourhood scale using artificial intelligence

Daniel Navarro[1], Andres Simon-Moral[1,2], Adrian Glodeanu[1], Nieves Peña[1], Efren Feliu[1]

[1] Tecnalia, Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Astondo Bidea, Edificio 700, Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia, 48160 Derio, Spain.
[2] Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-Universidad de Cantabria, Santander, Spain

daniel.navarro@tecnalia.com

Abstract: This study presents the latest advances in the development of a model of urban heat stress at the neighbourhood scale. The proposed model predicts mean radiant temperature (Tmrt) by explicitly representing urban morphology, and then combines Tmrt with air temperature, humidity, and wind speed to compute the Universal Thermal Climate Index (UTCI) for outdoor environments.

The Tmrt prediction is done at neighbourhood scale with an artificial intelligence (IA) model trained using SOLWEIG aggregated outputs for percentiles 10, 50 and 90. To generate the training data, a set of Local Climate Zone (LCZ) archetypes is simulated with SOLWEIG. These archetypes span a broad range of morphological characteristics—such as building height, green-surface fraction, and the building-height-to-street-width ratio—allowing us to capture how urban form influences Tmrt. The AI model learns the relationships between detailed morphological descriptors and Tmrt, enabling rapid Tmrt estimation for different urban layouts.

The application workflow for a specific city proceeds as follows: (1) Historical observations are clustered into Local Weather Types (LWTs) that reflect the prevailing synoptic conditions; (2) The Weather Research and Forecasting (WRF) model is run for each LWT to produce spatially distributed fields of air temperature, humidity, and wind speed at the city scale; (3) The AI model predicts Tmrt from the city's morphological map; (4) the predicted Tmrt is then combined with the WRF output to calculate UTCI and quantify heat stress by counting the number of hours in which UTCI exceeds 32 °C, the threshold for strong heat stress. This metric provides a clear, policy-relevant indicator of the duration of hazardous thermal conditions in urban neighbourhoods. This innovative methodology combines physical modelling with AI techniques to provide a low computationally demanding transferable technique to estimate thermal stress in urban areas at the neighbourhood level.

Keywords: urban heat stress; urban overheating; artificial intelligence; urban climate risks.

Forest fires and climate change

Virginia Aguiar Hernández, Alejandro Aguiar Martín, Jonay Neris Tomé, Carmen Concepción Jiménez Mendoza, Joel Luis Noda, Jesús Santiago Notario del Pino and María Luisa Tejedor Salguero

Universidad de La Laguna

virginia8200@gmail.com; aaguiarm@ull.edu.es; jneris@ull.edu.es; cacojime@ull.edu.es; jluis@fg.ull.es; jnotario@ull.edu.es; martesa@ull.edu.es

Abstract: In the last decade, the Canary Islands archipelago has experienced a significant increase in large-scale forest fires, or megafires, characterized by rapid spread, high temperatures, and abundant vegetation fuel. This phenomenon is exacerbated by the intensification of extreme weather conditions such as prolonged droughts, recurring heat waves, and low relative humidity, in a territory with a complex topography of steep slopes, deep ravines, and difficult-to-access areas. For example, the forest fire that occurred on the summer of 2023 in Tenerife affected more than 12.000 hectares in the north and northeast of the island. Its spread coincided with exceptionally unfavourable weather conditions: August 2023 was the warmest month recorded in the Canary Islands since 1961, with an average temperature of 25.4 °C and a positive anomaly of +2.3 °C compared to the 1991–2020 reference period (AEMET). These conditions, together with the accumulation of dry plant biomass and favoured by the progressive abandonment of traditional agricultural and livestock activities, facilitate the rapid spread of fire and significantly hinder firefighting efforts. This study focuses on analysing the effects of fire on soil properties in representative plots from the affected area, classified according to different fire severity levels. The results of the soil analysis show that, as fire severity increases, significant modifications occur in the soil's chemical properties, including changes in pH, electrical conductivity, the concentration of soluble cations and anions, micronutrients, and cation exchange capacity, primarily associated with the combustion of organic matter and the addition of ash. In contrast, the soil's physical properties generally exhibit less pronounced alterations. These modifications can promote surface runoff and increase the soil's susceptibility to material loss during subsequent episodes of heavy rainfall. Characterizing these soil responses is essential for understanding soil vulnerability after forest fires and for improving environmental planning and management in scenarios of increasing climate risk.

Keywords: soil properties, fire severity, forest management, climate risk, Canary Islands.

Acknowledgments: The General Canary Foundation of the University of La Laguna has received a grant from the Area of Natural Environment, Sustainability, Safety and Emergencies of the Island Council of Tenerife for 314,202.35 for carrying out a study on the eroded soils affected by the forest fire of 2023.

Adaptaciones urbanas ante el exceso de calor. La disminución de la temperatura bajo un toldo piloto en Barcelona

Javier Martín-Vide[1] y María del Carmen Moreno-García[2]

[1] Universidad de Barcelona y Observatorio Fabra (RACAB)
[2] Universidad de Barcelona

jmartinvide@ub.edu; mcmoreno@ub.edu

Resumen: Las olas de calor y, genéricamente, el exceso de calor constituye el mayor riesgo del cambio climático en buena parte de España. En las ciudades el problema se agrava por el elevado porcentaje de la población que vive o trabaja en ellas y el plus térmico de sus islas de calor. Existen muchos procedimientos y actuaciones posibles de adaptación al calor en las ciudades. Una relación bastante exhaustiva incluye: los refugios climáticos; el reverdecimiento con el aumento de la superficie de parques y jardines, con los ejes verdes y las supermanzanas, y con las cubiertas y los muros verdes; las cubiertas frescas y las superficies blancas; los toldos y las estructuras que proveen sombra; las pérgolas; el agua nebulizada y las láminas de agua; y la naturalización del suelo.

La presente aportación tiene por objeto la determinación de la temperatura del suelo a la sombra de un toldo piloto instalado por el Ayuntamiento de Barcelona y fuera de ella, y su relación entre sí y con la temperatura del aire, la velocidad del viento y el estado del cielo. Se realizaron medidas instrumentales, con un termómetro de infrarrojos Optex Thermo-Hunter PT-2LD, durante 34 jornadas, a la hora del registro de la temperatura máxima del aire, desde la primera quincena de mayo hasta la última semana de julio de 2025, que incluyó la ola de calor de finales de junio y principios de julio.

La diferencia media entre la temperatura de la superficie bajo la estructura de sombra y la de la superficie adyacente sin sombra fue bastante constante entre los días de registro: 18 ºC, fruto de los valores térmicos promedio de 55 ºC del suelo al sol y 37ºC del suelo a la sombra, lo que produce un cierto alivio, si no se realiza actividad física, valor alejado, de todos modos, del confort climático. La correlación lineal entre ambas es muy elevada, así como con la temperatura del aire y la del asfalto de una calle próxima. El tipo de toldo y otras características físicas son determinantes en el grado de atenuación de la radiación solar directa.

Palabras clave: Barcelona, Exceso de calor, Temperatura, Toldo.

El cambio climático en la ordenación territorial de Canarias

Eduardo Risueño Díaz[1], Adrián Pascual Espino[2] y Gustavo Pestana Pérez[3]

[1]Universidad de La Laguna
[2]Gesplan, S.A.
[3]Consejería de Transición Ecológica y Energía del Gobierno de Canarias

erisueno@ull.es; apasesp@gesplan.es; gpesper@gobiernodecanarias.org.

Resumen: El cambio climático repercute de manera significa en territorios insulares como es Canarias. Por ello, desde el Gobierno de Canarias se han propulsado medidas legislativas que repercuten de manera transversal sobre el conjunto de los sectores socioeconómicos y ambientales, siendo el modelo territorial el campo de juego en el que se articulan las medidas de mitigación y adaptación. En uno de las áreas con mayor biodiversidad de Europa es preciso definir adecuadamente criterios de salvaguarda en los instrumentos de planificación, creando sinergias con las metas de transición energética.

Dos claros supuestos en los que las propuestas normativas y la ordenación territorial están teniendo una clara incidencia en la lucha contra el cambio climático son los Proyectos de Acción Climática (art. 19 de la LCCTEC) y las Zonas de Aceleración de Energías Renovables (Decreto-ley 5/2024, de 24 de junio), formulándose, por ejemplo, la renaturalización, adaptación y protección de entornos urbanos, con la primera de las figuras; y la implementación preferente de energías renovables mediante el consenso entre Cabildos insulares y la Consejería de Transición Ecológica y Energía.

Palabras clave: Cambio climático, ordenación del territorio, infraestructura verde, transición energética.

The Standardized Wind Speed Index (SWSI) Monitor for Spain: A high-resolution operational tool based on AI-infilled gridded data

Miguel Andres-Martin[1,2], Cesar Azorin-Molina[1], Sergio M. Vicente-Serrano[2], Marcos Martínez Roig[1], Nuria P. Plaza-Martin[1], Shalenys Bedoya-Valestt[1], Carlos Calvo-Sancho1, Àngela Manrique-Alba[1], José Gomez-Reyes[1], Francisco Granell[1]

[1] Centro de Investigaciones sobre Desertificación, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIDE, CSIC-UV-Generalitat Valenciana), Climate, Atmosphere and Ocean Laboratory (Climatoc-Lab), Moncada, Valencia, Spain
[2] Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica, Universidad Complutense de Madrid
[3] Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IPE–CSIC), Zaragoza, Spain

apasesp@gesplan.es

Resumen: Wind speed is a key climatic variable for the decarbonization of the energy sector, yet "wind droughts" (i.e., prolonged periods of low wind speeds) remain understudied compared to high-impact wind extremes like cyclones or tornados. Currently, there is a lack of standardized operational frameworks to monitor the onset, duration and severity of these events in near-real time.

The main objective of this study is to present the Spanish SWSI Monitor, a new web-based tool designed to track wind speed variability and wind droughts across Spain. The monitor is built upon a high-resolution (3 km) monthly gridded wind speed dataset spanning from 1961 to the present. This dataset was constructed using quality-controlled observational data, to which Artificial Intelligence (AI) techniques were applied to perform spatial infilling and reconstruction, resulting in a robust continuous product.

Based on the Standardized Wind Speed Index (SWSI), the monitor displays wind conditions at three temporal scales (1, 3, and 12 months). This multiscalar approach allows for a deeper understanding of the accumulated state of the wind speeds, differentiating between short-term anomalies and long-term climatological deficits. This tool integrates theoretical climatology into operational applications, providing energy managers and stakeholders with essential, high-quality information for the preparedness and mitigation of the socioeconomic impacts caused by wind variability across Spain.

Palabras clave: velocidad de viento, servicios climáticos, índices climáticos, monitor.

Dimensiones físicas, socioeconómicas y psicosociales de la recuperación postdesastre por inundaciones fluviales en Chile

Octavio Rojas[1], Loreto Villagrán[2], Carolina Rojas[3], Oscar Link[4], Sebastián Briones[5] y Luisa Rivas[6]

[1] Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción
[2] Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Concepción,
[3] Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales,
Pontificia Universidad Católica de Chile
[4] Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción
[5] Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción
[6]Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Concepción

ocrojas@udec.cl; lorevillagran@udec.cl; carolina.rojas@uc.cl;
olink@udec.cl; sgutierrez2019@udec.cl; lrivas@udec.cl

Resumen: Las inundaciones fluviales constituyen uno de los desastres naturales más recurrentes y dañinos a nivel global, con impactos particularmente severos en áreas urbanas. En las últimas décadas, su aumento en frecuencia e intensidad ha sido asociado a procesos combinados de cambio climático, transformación de los usos del suelo y expansión urbana. Estos procesos han profundizado la vulnerabilidad territorial, evidenciando no solo daños materiales, sino también efectos persistentes sobre las trayectorias de vida de las personas afectadas. Pese a ello, existe un déficit de investigaciones empíricas que aborden la recuperación postdesastre como un proceso multidimensional, integrando simultáneamente las dimensiones físicas, socioeconómicas y psicosociales desde la perspectiva de los hogares. Este trabajo presenta resultados iniciales de un estudio orientado a analizar la recuperación postinundación en áreas urbanas de Chile central afectadas por eventos recientes. Se seleccionaron tres localidades con distinta magnitud y recurrencia de inundaciones: Licantén (evento 2023), Chillán (2023) y Curanilahue (2024). Se diseñó, validó y aplicó una encuesta estructurada a 326 personas, que incluyó antecedentes sociodemográficos, características del evento, daño y recuperación física de la vivienda, impactos y recuperación socioeconómica del hogar, y afectación psicosocial. Los resultados indican una altura media de inundación de 1,17 m (máximo 2,85 m), predominando niveles velocidad percibida moderada a rápida VFP 3-4 (58%). El impacto físico afectó principalmente casas (97,5%), mayoritariamente de 1 piso (46,3%) y 2 pisos (48,8%). Al momento del levantamiento, 32,8% de las personas declaró su vivienda recuperada y 38,0% en proceso de recuperación; entre quienes compararon con la situación previa (n=168), 50,6% reportó haber recuperado casi todo y 34,5% señaló una condición mejorada. En el ámbito socioeconómico, 84% pertenece a segmentos medios y bajos; 56,7% percibe su situación económica igual o casi igual, mientras 39,0% reporta deterioro. En la dimensión psicosocial, aunque 97,9% no reporta crisis familiares y 80% no identifica consecuencias comunitarias negativas, un 90,9% señala alto estrés, y el 37,5% se siente emocionalmente peor o mucho peor que antes del evento. Pese a ello, 77,9% estima una probabilidad superior al 80% de permanecer en su vivienda en los próximos cinco años, situación asociada principalmente a su nivel socioeconómico.

Palabras clave: Resiliencia– inundaciones - amenazas climáticas, recuperación, postdesastre

Emerging evidence of Greenland Ice Sheet melt influence on recent Euro-Mediterranean record-breaking heat and convective storms

Juan Jesús González Alemán[1], Marilena Oltmanns[2], Sergi González-Herrero[3], Frederic Vitart[4], Markus Donat[5], Francisco Doblas-Reyes[5], David Barriopedro[6], Jacopo Riboldi[7], Carlos Calvo-Sancho[6], Bernat Jiménez-Esteve[6], Pep Cos[5] y Michael Wehner[8]

[1] AEMET
[2] Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum
[3] WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF
[4] ECMWF
[5] BSC
[6] CSIC
[7] ETH Zurich
[8] Lawrence Berkeley National Laboratory

jgonzaleza@aemet.es

Abstract: In recent decades, the Euro-Mediterranean region has experienced a marked increase in catastrophic climate extremes during summer, including persistent atmospheric and marine heatwaves, as well as long-lasting destructive convective storms (derechos) and supercells with unprecedented hail sizes. All of these phenomena have caused severe socioeconomic, ecological, and human impacts. Although these events are often studied separately, their frequent co-occurrence suggests the influence of common large-scale circulation forcings, which remain the subject of intense debate. Building on recent work linking freshwater anomalies in the North Atlantic with subsequent responses in atmospheric circulation, this ongoing study explores whether part of the recent summer climate signal in Europe could be influenced by remote, hemispheric-scale forcings associated with mass loss from the Greenland Ice Sheet, which has also accelerated in recent decades due to anthropogenic influences. This connection was not the original objective, but rather emerged unexpectedly from exploratory diagnostics motivated by broader research on North Atlantic variability. Preliminary results indicate that periods of intensified summer melt in Greenland tend to coincide with subsequent anomalous circulation patterns in spring–summer over the Euro-Atlantic sector, favoring persistent ridge and blocking conditions over the Euro-Mediterranean region. These circulation states are consistent with environments conducive to prolonged thermal stress, the development of marine heatwaves, and the occurrence of outbreaks of severe convective events. Initial comparisons with CMIP6 global climate models suggest that this potential pathway is poorly represented, indicating that current projections of future climate may be underestimating these impacts. Our findings point to Greenland melt as a primary, previously unreported driver of large-scale circulation changes during spring–summer. Incorporating these processes could be essential for prediction systems and long-term projections, likely representing a significant gap in our ability to project future risk. Ongoing work focuses on testing the robustness of this emerging signal, clarifying its relevance relative to other known forcings of European summer extremes, and exploring its hemispheric-scale extent

Keywords: heatwaves, convective storms, Greenland ice sheet, blockings, atmospheric circulation

Tipos y niveles de adaptación en la planificación climática a nivel municipal: estudio de caso en Chile

Daniel Rozas-Vásquez[1], Felipe Jorquera[2], Rocío Herrera[3], Fernanda Alonso[4]

[1] Laboratorio de Planificación Territorial, Universidad Católica de Temuco, Chile
[2] Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile, Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS)
[3] Geografía, Territorio y Planificación (GeoTEP), Chile
[4] Departamento de Arquitectura, Facultad de Arquitectura, Artes y Diseño. Universidad Católica de Temuco, Chile

drozas@uct.cl; fijorquera@uc.cl; rocio.herrera@uc.cl; falonso@uct.cl

Resumen: El aumento en la frecuencia e intensidad de los impactos climáticos está generando efectos sociales y económicos significativos en los territorios, particularmente a escala local, donde se materializan las pérdidas en infraestructura, salud, disponibilidad hídrica y medios de vida. En este contexto, la planificación climática municipal se ha consolidado como un instrumento clave para reducir vulnerabilidades y evitar costos crecientes de inacción, en coherencia con los marcos internacionales de adaptación y gestión del riesgo. Sin embargo, persisten brechas entre la formulación de planes y su potencial transformador real, especialmente en términos del tipo y nivel de adaptación promovidos, así como de su capacidad para disminuir exposición y vulnerabilidad. A partir de los marcos conceptuales del IPCC y del enfoque de brechas de adaptación descrito en la literatura reciente, esta investigación tiene por objetivo evaluar los tipos y niveles de adaptación incorporados en planes de acción comunal de cambio climático en Chile, estimando su potencial para reducir impactos climáticos. El estudio analiza una muestra representativa de municipios del país, considerando los instrumentos de planificación exigidos por la reciente Ley Marco de Cambio Climático. Se aplicó un análisis de contenido sistemático, codificando cada medida según: 1) tipo de adaptación (ej: institucional, tecnológica, basada en la naturaleza, conductual); 2) nivel de adaptación (ej: afrontamiento, incremental o transformacional); 3) sector o foco (agua, salud, infraestructura); 4) riesgos e impactos asociados; y 5) barreras institucionales potenciales. Para estimar su contribución a la reducción del riesgo, se realizó una evaluación experta del efecto esperado de cada medida sobre indicadores de vulnerabilidad y exposición derivados del Atlas de Riesgos Climáticos de Chile. Los resultados muestran una predominancia de medidas incrementales y de carácter institucional o tecnológico, con menor presencia de enfoques transformacionales y basados en ecosistemas. Asimismo, se identifican desajustes entre los riesgos priorizados territorialmente y los sectores intervenidos, junto con barreras recurrentes asociadas a capacidades técnicas y financiamiento. Estos hallazgos permiten avanzar en la identificación de costos de inacción, límites y barreras de adaptación, y en el diseño de sistemas de monitoreo, evaluación y aprendizaje que fortalezcan rutas de adaptación coherentes con los desafíos territoriales.

Palabras clave: adaptación climática, riesgos climáticos, adaptación transformativa, acción climática local

Seasonal forecasts of high-impact and extreme events in the Canary Islands

Juan Jesus González Alemán y Esteban Rodríguez-Guisado

Agencia Estatal de Meteorología, Departamento de Ciencia

jgonzaleza@aemet.es

Abstract: The Climate Evaluation and Modeling Area of AEMET produces monthly seasonal forecasts and coordinates the international climate prediction forum in the Mediterranean (MedCOF). Traditionally, these forecasts have focused on providing information about the future state of the climate in terms of variables such as precipitation and temperature. However, recent advances in climate science and technology are making it possible to expand this approach toward anticipating extreme or high-impact events on timescales ranging from weeks to months.

In this context, this exploratory study is proposed to assess the ability to predict extreme phenomena in the Canary Islands as a pilot case. In particular, heatwaves are analysed due to their significant social impact on the archipelago, as well as the singular case of Tropical Storm Hermine. This system, which originated from an African Easterly Wave (AEW), produced exceptionally intense rainfall, breaking historical records on the islands for the month of September.

Keywords: seasonal forecasts, heatwaves, tropical storm, heavy rainfall, African easterly waves

Persistencia de heladas mediante probabilidades condicionales al noreste de España

Eduardo Pérez Sosa[1], Roberto, Serrano-Notivoli[1], Miguel Ángel, Saz S.[1], María Luz Hernández-Navarro[2]

[1] Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Clima, Agua, Cambio Global y Sistemas Naturales. Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón
[2] Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Grupo de Estudios de Ordenación del Territorio. Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón

eduardo.perez@unizar.es ; roberto.serrano@unizar.es; masaz@unizar.es; mlhernan@unizar.es

Resumen: La transición hacia condiciones de temperaturas más cálidas no implica una reducción del riesgo de heladas. En este contexto, nos preguntamos, si la ocurrencia de heladas puede analizarse desde un enfoque estadístico como un fenómeno persistente. A partir de las temperaturas mínimas diarias a alta resolución espacial (1 km2) del periodo 1950-2020 en Aragón, España, se analizaron las heladas integradas en un indicador denominado márgenes de seguridad de heladas (FSM, por sus siglas en inglés), construido a partir de las fechas de los últimos eventos de heladas por año y su diferencia en días. Las series de tiempo de los márgenes de seguridad fueron analizadas como cadenas de Markov de tiempo discreto. Se obtuvieron las matrices de transición de las probabilidades condicionales y se ajustaron a un modelo simple para obtener los márgenes de seguridad de heladas de un año posterior; el desempeño del modelo se obtuvo mediante el F1 score. Para evaluar la incertidumbre y no estacionariedad de las probabilidades de transición por década se utilizó la entropía de Shannon y la distancia Frobenius. Los resultados muestran una relación negativa entre el número de FSM y la altitud. La predicción de FSM anuales mediante las probabilidades de transición tuvo un buen desempeño donde el FSM más probable correspondió con el FSM persistente, seguido del estacionario. Al respecto, no podemos afirmar que el comportamiento de las probabilidades de transición sea estacionario, pero comprobamos que, en los periodos de baja entropía, los FSM transitaron hacia los FSM persistentes. Como era de esperar, las heladas obedecen a un mecanismo de persistencia más complejo. En un contexto de cambio, si las fechas de ocurrencia de heladas se ven afectadas por el aumento de la temperatura, la incorporación de nuevos FSM en la cadena que forma la serie de tiempo de los sitios en el área de estudio podría alterar las probabilidades de transición condicional. Sin embargo, también puede ocurrir que la cadena se estabilice y, en consecuencia, el FSM más probable sea el estacionario, por lo que los FSMs serían un buen indicador para la planificación agrícola y mitigación de riesgo de daños.

Palabras clave: cadenas de Markov, eventos extremos, riesgo climático, frutales

Patrones espaciales de los índices de extremos climáticos en Cataluña (1991-2020)

Javier Martín-Vide[1], Mercè Barnolas-Vilades[2] ,
Antoni Barrera-Escoda[2], Marc Prohom-Duran[2] y Aleix Serra-Uró[2]

[1] Universidad de Barcelona y Observatorio Fabra (RACAB)
[2] Servei Meteorològic de Catalunya (SMC)

jmartinvide@ub.edu

Resumen: En base a los resultados cartográficos de los mapas de los índices de extremos climáticos incorporados, en diciembre de 2025, al Atles climàtic de Catalunya 1991-2020 (SMC, 2023), con una resolución espacial de 1 km2, los objetivos de la presente aportación son: 1) presentar los patrones espaciales de los principales índices; 2) relacionar los patrones con factores geográficos y climáticos, y 3) presentar el mapa del Índice de Disparidad Consecutiva (D) de la precipitación media mensual (D) (Martin-Vide et al., 2022), a partir de las series disponibles para el atlas, que no está incluido en el mismo.

Como ocurre con las temperaturas medias, los índices de extremos térmicos (número de noches tropicales, número de días cálidos, temperatura máxima absoluta, etc.) están influidos por la altitud, pero matizada por la continentalidad, en el caso de los índices de valores máximos, y por los efectos locales urbanos, en los índices de valores mínimos. En los índices de extremos pluviométricos (precipitación máxima en 24 horas, etc.) la distancia al mar se sobrepone a la altitud.

El D varía entre 0,19, en Vilamòs y Arres de Jos, en el valle de Arán, a más de 1.200 m de altitud, y 0,54, en Arnes, en la provincia de Tarragona en su límite con la de Teruel, a unos 500 m. Con los valores conocidos para la España peninsular, la variación es muy elevada, con un claro patrón espacial latitudinal y algunos retoques comarcales.

Palabras clave: Cataluña, Correlación lineal, Índice de Disparidad Consecutiva, Índices de extremos climáticos, Patrón espacial.

Meteorological Drivers of Extreme Wildfires in 2025 season.

Alejandro Corbea-Pérez[1], Eduardo García-Ortega[1], Andrés Navarro[1], Tomàs Cardona-Sastre[1], José Manuel Fernández-Guisuraga[2] y Andrés Merino[1]

[1] Grupo de Física de la Atmósfera (GFA). Instituto de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Biodiversidad. Universidad de León
[2] Grupo de Ecología Aplicada y Teledetección (GEAT). Instituto de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Biodiversidad. Universidad de León

acorp@unileon.es; eduardo.garcia@unileon.es; andres.navarro@unileon.es; tcars@unileon.es; andres.merino@unileon.es; jofeg@unileon.es

Abstract: The 2025 wildfire season in the northwestern Iberian Peninsula occurred under extreme meteorological conditions. Understanding the resulting landscape flammability requires a characterisation of antecedent conditions, particularly the seasonal evolution during spring and summer that progressively reduced fuel moisture content. This study addresses the precursor environmental factors, analysing how hydroclimatic anomalies created a predisposition for fire, conditioning vegetation for ignition and propagation before the critical episodes occurred. To quantify these dynamics, the study utilised ERA5 reanalysis data to process surface variables: soil moisture, 2-metre temperature, relative humidity, and vapour pressure deficit (VPD). The latter is highlighted as a critical metric for quantifying atmospheric evaporative demand and the desiccation kinetics of dead fine fuels. These variables were analysed by comparing the observed 2025 values with a climatological baseline spanning from 1990 to 2024, allowing for a statistical evaluation of deviations relative to the historical series. The analysis was conducted in two phases. First, the conditions during the months preceding the onset of the wildfires were evaluated; second, a specific analysis of the meteorological dynamics during the days when the major wildfires ignited was conducted, primarily during the second dekad of August. The results demonstrate an early warning signal in June, followed by a peak in August, where positive VPD and temperature anomalies coincided with negative deviations in soil and relative humidity. In addition, atmospheric instability and the presence of strong winds on the days of ignition favoured the explosive spread of the wildfires. This analysis aims to identify seasonal atmospheric patterns and the specific conditions during event days in order to improve risk assessment.

Keywords: Between three and five keywords should be indicated, separated by commas.

Piscinas y riesgo climático para las poblaciones: presión sobre los recursos hídricos y adaptación al calor en Andalucía

Mónica Aguilar-Alba, Paula Serrano-Acebedo, Esperanza Sánchez-Rodríguez, Belén García-Martínez, Natalia Limones y José Ojeda-Zújar

Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional, Universidad de Sevilla

malba@us.es; pserrano1@us.es; esanchez@us.es; mbelen@us.es; natalialr@us.es; zujar@us.es

Resumen: El cambio climático está intensificando en el ámbito mediterráneo la señal y el impacto de los extremos climáticos y de los riesgos asociados, con un aumento general del calor estival y de la frecuencia de las olas de calor, por un lado, y un mayor estrés hídrico, vinculado al incremento de la demanda evaporativa atmosférica y a la alteración de los patrones de precipitación, por otro. En este contexto, las piscinas son un objeto de estudio pertinente en el estudio de riesgos climáticos e impactos. De hecho, su papel es doble, pues pueden amplificar la presión hídrica en contextos secos y tensionados por necesidades de llenado, pérdidas evaporativas y reposición, y a la vez pueden actuar como alivio y soporte de adaptación frente al calor, al ofrecer refugio climático durante episodios extremos. Esta comunicación presenta las metodologías y los resultados preliminares de un proyecto en Andalucía que aborda la caracterización del riesgo múltiple asociado a piscinas, articulado en términos de peligrosidad, exposición y vulnerabilidad, y vinculado explícitamente a métricas climáticas observadas y proyectadas. Se parte de un nuevo y exhaustivo inventario regional georeferenciado de piscinas de todo tipo.

El análisis cuantifica, primero, el componente climático de la presión sobre los recursos hídricos. Las pérdidas evaporativas y necesidades de llenado y reposición de las piscinas se estiman bajo condiciones actuales, a partir de observaciones meteorológicas de la red agroclimática regional, derivando indicadores vinculados a la demanda evaporativa atmosférica. Estas relaciones se reevalúan bajo escenarios climáticos regionalizados para estimar cambios futuros en evaporación y demanda asociada a piscinas, y para identificar las áreas donde este cambio puede intensificar el estrés hídrico y el riesgo de escasez. En paralelo, se abordan los extremos térmicos, caracterizándolos mediante indicadores de peligrosidad, y analizando concretamente cómo la accesibilidad a piscinas puede modular la exposición y la vulnerabilidad de ciertos grupos a ellos, evidenciando contrastes socioespaciales en la capacidad adaptativa.

En conjunto, este enfoque integrado a escala municipal examina la importancia de las piscinas como un elemento hasta ahora poco considerado en la evaluación del riesgo climático para las poblaciones.

Palabras clave: piscinas, refugios climáticos, estrés hídrico, adaptación, calor.

Acoplamiento de modelo atmosférico-hidrológico de alta resolución para simular eventos hidrometeorológicos extremos en los Pirineos

Iván Alfaro-Rodríguez[1,2], Gerardo Benito[1], Santiago Fábregas Reigosa[3] y Juan Antonio Ballesteros-Cánovas[1]

[1] Departamento de Geología, Museo Nacional de Ciencias Naturales-Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MNCN-CSIC), Madrid, España
[2] Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España
[3] AECT Espacio Portalet, Sallent de Gállego, Huesca, España

ivan.alfaro@mncn.csic.es; benito@mncn.csic.es; juan.ballesteros@mncn.csic.es; ivanalfa@ucm.es; sfabregas@pirineos-pyrenees.eu

Resumen: Los Pirineos conforman una región con eventos hidrometeorológicos extremos recurrentes, tanto por su complejidad orográfica como por su exposición a las influencias atlántica y mediterránea. Se trata por tanto de una región muy vulnerable al cambio climático. Los efectos del aumento global de temperaturas ya son notables, mientras que el comportamiento a largo plazo de la precipitación se mantiene más estable dentro de la dinámica de las últimas décadas. Sin embargo, en los últimos años se ha observado un aumento de la frecuencia e intensidad en eventos de inundaciones torrenciales. En cuencas de montaña, este tipo de eventos puede constituir un importante riesgo, por la elevada velocidad de la respuesta hidrológica, que dificulta el uso de sistemas hidrológicos de alerta temprana.

El proyecto RISKRAPID (EFA266/06) pretende avanzar en el sistema de predicción de este tipo de eventos en la región pirenaica. Para ello, se propone trabajar en el acople de un modelo atmosférico de alta resolución (WRF) y modelos hidrológicos e hidráulicos. El modelo WRF es muy adecuado para la simulación de situaciones de convección intensa, por su capacidad para resolver estos procesos cuando se trabaja con resoluciones inferiores a 3 km. Así, es capaz de aportar muy buenos datos de salida de precipitación en estas situaciones, que son a su vez valiosos datos de entrada para los modelos hidrológicos, pudiendo así simular procesos de escorrentía de forma realista. Sin embargo, algunos retos importantes surgen al utilizar estas metodologías, como la incertidumbre en la localización espacial de los núcleos tormentosos, que puede a su vez generar incertidumbre en la respuesta hidrológica del evento. En nuestro estudio, se incluye la posibilidad de utilizar aproximaciones probabilísticas para cuantificar dichas incertidumbres. Comparando con observaciones instrumentales, los resultados de simulaciones preliminares, utilizando el modelo WRF a 1 km de resolución en el Pirineo Oscense, muestran resultados prometedores. Un ejemplo es la simulación del evento del 6 de septiembre de 2024 en el Valle de Pineta, con unos 250 litros acumulados en 36 horas, siendo el modelo capaz de replicar con mucha fidelidad el comportamiento horario de la precipitación en los tramos de mayor intensidad.

Palabras clave: Extremos Hidrometeorológicos, Modelización, Pirineos, WRF.

Procesos atmosféricos y fuentes de humedad en eventos extremos de precipitación en la cordillera Huaytapallana durante la temporada seca (2013–2024)

Roy Colins Carrillo Rondon[1], Francis Egoavil Casimir[1], Kevin Campos Sanchez[1,2], Sarai Estefany Leandro Villanueva[1], Oscar Avila Guzmán[1], Fiorella Effio Baillon[1], Janeet Sanabria Quispe[3]

[1] Círculo de investigación en Glaciares (CIGLAS).
Universidad Nacional Agraria la Molina
[2] Programa de Maestría en Recursos Hídricos.
Universidad Nacional Agraria la Molina
[3] Departamento de Ingeniería Ambiental.
Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria la Molina

20200215@lamolina.edu.pe

Resumen: En la cordillera Huaytapallana, comprender los procesos atmosféricos asociados a los eventos extremos de precipitación es importante para prevenir desbordes de la laguna glaciar Lazo Huntay, uno de los principales peligros de origen glaciar. Durante la temporada seca (mayo– octubre), estas lluvias son poco frecuentes, pero pueden generar impactos significativos y coinciden con festividades que atraen turismo, aumentando la vulnerabilidad local. En este contexto, este estudio planteó identificar las condiciones atmosféricas precursoras y las fuentes de humedad asociadas a eventos extremos de precipitación sobre la cordillera Huaytapallana durante las temporadas secas en el periodo 2013–2024. Para ello, se analizaron datos de precipitación de una estación cercana a la laguna. Se empleó el modelo HYSPLIT y criterios de balance de humedad para determinar las trayectorias de humedad, agrupadas posteriormente mediante técnicas de clustering. Se identificaron 18 eventos extremos, el 78% ocurridos desde mediados de agosto. La mayoría estuvo asociada a circulación anticiclónica en niveles altos de la troposfera, posiblemente vinculada a una presencia temprana del Alta de Bolivia. El análisis de trayectorias reveló que el oeste de la cuenca amazónica constituye la principal fuente de humedad. Estos resultados evidencian que, incluso en temporada seca, la configuración atmosférica y las conexiones con fuentes de humedad distantes pueden generar eventos extremos de precipitación, subrayando la necesidad de incorporar este conocimiento en estrategias de gestión del riesgo y planificación local.

Palabras clave: Cordillera Huaytapallana, precipitación extrema, HYSPLIT, retrotrayectorias de humedad, Alta de Bolivia, temporada seca, peligros glaciares, gestión de riesgos

Los episodios de calor extremo en Asturias entre 2001 y 2025: configuraciones atmosféricas responsables

Luis Pérez García, Cristina García Hernández, Jesús Ruiz Fernández y Laura Núñez de Con

Universidad de Oviedo (Asturias)

perezgluis@uniovi.es

Resumen: Las olas de calor han sido un fenómeno históricamente poco frecuente en el norte de la península ibérica y más concretamente en Asturias. Sin embargo, se ha observado un incremento reciente de su frecuencia, intensidad y duración especialmente a partir del año 2016 en áreas poco acostumbradas a estos extremos cálidos, agravándose los efectos adversos para la población, y de ahí el interés creciente de este tipo de estudios. El objetivo principal de este trabajo es caracterizar las olas de calor sucedidas en Asturias en el período comprendido entre 2001 y 2025, y como objetivos específicos se plantea identificar las configuraciones atmosféricas a diferentes niveles (superficie, 850 hPa y 500 hpa) que han dado lugar a cada situación de calor extremo, agrupar las situaciones sinópticas que sigan patrones comunes y explorar las principales diferencias entre ellas, así como calcular las anomalías de geopotencial y de temperatura de cada ola de calor con respecto al período de referencia. La metodología utilizada para procesar los datos es el paquete SynoptReg de R, utilizando como fuente de datos el reanálisis de ERA5. Los resultados muestran que se han producido un total de 13 episodios de ola de calor en Asturias a lo largo del período de estudio, de los cuales 10 han sucedido desde el año 2016. Existe un patrón común a todos los episodios, que es la estabilidad persistente en todos los niveles de la atmósfera con el anticiclón de las Azores plenamente asentado sobre la península ibérica, acompañada en la mayoría de los casos por la advección de una masa de aire cálido en niveles medios y altos, de origen tropical continental, impulsada por vientos de componente sur debido a la situación de una vaguada o bien una depresión aislada en niveles altos sobre el océano Atlántico, mientras que sobre la península se sitúa una dorsal subtropical. En cuanto a las anomalías positivas de temperatura y geopotencial destacan especialmente los episodios más recientes de los veranos de 2022, 2023 y 2025.

Palabras clave: olas de calor, clasificación sinóptica, advección cálida, anomalías, Asturias.

Evolving Vulnerability under Compound Hazards: Evidence from a Triplet of Consecutive Storms in the Canary Islands (February 2010)

Jordan Correa[1], Noemí Padrón Fumero[2,3], Jaime Díaz Pacheco[1], Yeray Hernández González[2], Pedro Dorta Antequera[1], Carmen Álvarez Albelo[3,4], Abel López Díez[1], Juan José Díaz Hernández[3,4], Raúl Hernández Martín[2,3], Sara García González[2,3], David Romero Manrique de Lara

[1] Cátedra de Reducción del Riesgo de Desastres y Ciudades Resilientes. Grupo de Investigación GEORIESGOS. Departamento de Geografía e Historia de la Universidad de La Laguna, Canarias, España.
[2] Departamento de Economía Aplicada y Métodos Cuantitativos de la Universidad de La Laguna, Canarias, España.
[3] Cátedra de Turismo CajaCanarias Ashotel, Universidad de La Laguna, Canarias, España.
[4] Departamento de Economía, Contabilidad y Finanzas de la Universidad de La Laguna, Canarias, España.

jcorreag@ull.edu.es; jdiazpac@ull.edu.es; pdorta@ull.edu.es; alopezd@ull.edu.es; npadron@ull.edu.es; yhergonz@ull.edu.es; rahernan@ull.edu.es; sgarcgon@ull.edu.es; calbelo@ull.edu.es; jjodiaz@ull.edu.es

Resumen: Consecutive and compound hazards challenge conventional disaster risk reduction approaches that predominantly address single hazards in isolation. This work examines a triplet of storms that affected the Canary Islands in February 2010 and analyses how vulnerability evolved throughout these consecutive events within an archipelagic context. The storms triggered multiple interacting hazards, including intense winds, heavy rainfall, high waves and landslides, producing substantial economic losses and stressing critical infrastructures and services. Our objective is to understand how dynamic vulnerabilities shaped the sequence of impacts and to provide a structured framework for assessing multi-risk situations in data-scarce environments.

Methodologically, the study develops a holistic assessment of multi-risk conditions, integrating information on hazards, exposure and impacts to trace the evolution of vulnerability across the three storms. We advance a concrete methodological proposal for addressing multi-risk and vulnerability dynamics in low-information settings, combining qualitative and quantitative sources to reconstruct impact pathways and feedbacks. A central contribution is the distinction between different types of vulnerability dynamics: underlying vulnerabilities, long-lasting pre-event vulnerabilities, dynamics triggered by consecutive events, and long-lasting post-event vulnerabilities that project into the future. In this sense, we refine the understanding of how pre-existing conditions shape subsequent dynamics and argue that these long-lasting processes better capture the trajectory of vulnerability in contexts of repeated hazards.

This case study also addresses a significant gap regarding small island territories, where geographic isolation, limited redundancy in critical systems and economic constraints interact with multi-hazard exposure. The results highlight how these characteristics condition both impact patterns and the capacity to recover between consecutive storms. We discuss implications for early warning, preparedness and climate adaptation planning in Macaronesia, underlining the need to explicitly incorporate vulnerability dynamics into risk assessments and policy design. The proposed framework offers practical guidance for practitioners and decision-makers seeking to strengthen resilience in small islands and other regions exposed to recurrent and compound hazards.

Palabras clave: Vulnerability Dynamics, Compound Hazards, Small Island Risk

Reconstrucción de la velocidad del viento en base a observaciones España y su influencia en los incendios forestales

Nuria P. Plaza-Martín[1], Etiénne Plésiat[2], Àngela Alba-Manrique[1], Kevin Monsálvez-Pozo[3], Marcos Martínez-Roig[1], Miguel Andrés-Martín[1], César Azorín-Molina[1] y Juli G. Pausas[3]

[1] Climatoc-Lab, Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CSIC-UV-GVA), 46113, Moncada, Valencia.
[2] German Climate Computing Centre (DKRZ), Data Analysis, Hamburg, Germany
[3] Image Processing Laboratory (IPL), Universitat de València, Valéncia, Spain
[4] EvoFire, Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CSIC-UV-GVA), 46113, Moncada, Valencia

nuriap.plaza@csic.es

Resumen: La velocidad del viento en superficie (10 m) ha mostrado un descenso progresivo a escala global durante las últimas décadas, fenómeno conocido como stilling. Sin embargo, la escasez de series observacionales largas y homogéneas, junto con la distribución irregular de las estaciones meteorológicas, limita su caracterización espacial. Por otra parte, los reanálisis y las simulaciones de alta resolución presentan deficiencias en la reproducción de esta tendencia negativa. En este contexto, resulta necesario desarrollar bases de datos de alta resolución espacial fundamentadas en observaciones.

En este trabajo se reconstruye el campo de velocidad media diaria del viento a partir de datos de 758 estaciones meteorológicas de AEMET distribuidas por la España peninsular y Baleares utilizando un modelo U-Net con convoluciones parciales. Este modelo aprende a inferir el patrón espacial del viento según el New European Wind Atlas (NEWA) a 3 km de resolución a partir de observaciones de velocidad de viento,, permitiendo reconstruir el periodo 1961–2021. En base a las observaciones, la reconstrucción reproduce el fenómeno de stilling a escala regional con mayor coherencia espacial que los reanálisis y simulaciones climáticas de alta resolución, aunque tiende a sobreestimar su magnitud. Asimismo, la U-Net actúa como un método de corrección de sesgo, mitigando discrepancias entre NEWA y las observaciones.

Finalmente, se explora la posible influencia del *stilling* en los regímenes de incendios forestales, con especial atención a la última década, en la que algunos estudios sugieren un cese de este stilling y leve ascenso o reversal de la velocidad del viento. Esta reconstrucción mediante un modelo de aprendizaje contribuye a una mejor comprensión de los cambios recientes del viento en superficie y de sus implicaciones en la evolución del régimen de incendios forestales.

Palabras clave: Viento, incendios forestales, modelos convolucionales

The role of synoptic and mesoscale circulation in extreme daily rainfall values in the Balearic Islands

Miquel Tomas-Burguera[1], Josep Fortesa[1], Julián García-Comendador[1], Miquel Mir-Gual[1], Roberto Serrano-Notivoli[2], Santiago Begueria[3], Jaume Company[1], Francisco Cuello-Llobell[1], Alexandre Moragues[1], Margarita Ribas-Muntaner[1], Joan Estrany[1]

[1]Natural Risks and Emergencies Observatory of the Balearic Islands—RiscBal; http://riscbal.uib.eu, University of the Balearic Islands. Department of Geography and Institute of Agro-Environmental & Water Economy Research—INAGEA; Centre Bit Raiguer, Carrer dels Selleters 25, 07300 Inca, Mallorca – Spain
[2]Departamento de Geografía, Universidad de Zaragoza
[3]Estación Experimental de Aula Dei, CSIC, Zaragoza

m.tomas@uib.cat; roberto.serrano@unizar.es; santiago.begueria@csic.es

Abstract: The North Atlantic Oscillation (NAO) exerts a strong influence on rainfall variability in Spain, although this influence is markedly stronger along the Atlantic façade than in the Mediterranean Region, where regional circulation patterns play a more dominant role. In this context, alternative teleconnection indices specifically developed for the Western Mediterranean, such as the Western Mediterranean Oscillation index (WeMOi), exhibited higher correlations with precipitation than the NAO across multiple temporal scales. Beyond the use of teleconnection indices, which typically describe atmospheric circulation using only two discrete phases (e.g. NAO+ and NAO−), the Weather Regimes (WR) framework provides a more detailed classification of mid-tropospheric large-scale circulation over Europe. Synoptic variability is commonly represented by four dominant regimes: NAO+, NAO−, Scandinavian Blocking (SB), and Atlantic Ridge (AR). In contrast, Mediterranean Weather Types (WTs) characterize synoptic-scale circulation patterns closer to the surface, typically derived from sea level pressure fields. While previous studies have demonstrated the relevance of WTs for explaining daily rainfall variability, the role of large-scale Weather Regimes in modulating these circulation types remains less explored. Using daily rainfall data from AEMET, together with European Weather Regimes, and Mediterranean Weather Types derived from the Jenkinson and Collison classification, this study examines the 1961–2020 period to evaluate the added value of combining WRs and WTs for characterizing daily rainfall variability and extremes in the Balearic Islands. This integrated approach aims to clarify how large-scale Atlantic circulation shapes Mediterranean precipitation patterns. Preliminary results from Lluc (B013-AEMET), a weather station located in Tramuntana Range (Balearic Islands) showed how 55% of total accumulated precipitation occurred under cyclonic WTs. Within this fraction, 60% of the precipitation was associated with AR and SB regimes, while only 40% was linked to NAO-dominated situations. When focusing on rainy days exceeding 100 mm (65 events), the contribution of cyclonic WTs increased to 71%, with 65% of these events associated with AR and SB. Overall, these preliminary results suggest that integrating WR and WT offer a more coherent and physically meaningful framework for understanding how Atlantic circulation influences on rainfall extremes in the Balearic Islands.

Keywords: European Weather Regimes, Mediterranean Weather Types, Daily precipitation, North Atlantic Oscillation, Balearic Islands.

Ciclones subtropicales en el Atlántico: mejora de su detección mediante CPS y características tropicales

J. Gutierrez-Fernandez[1,2], J.J. Gonzalez-Alemán[2], M. Miglietta[3], E. Rodriguez-Guisado[2]

[1] Tragsatec
[2] Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), area de modelización climática
[3] CNR-ISAC (Padova, Italia).

jgutier8@tragsa.es

Resumen: En los últimos años, el impacto de los ciclones subtropicales ha adquirido una relevancia creciente en distintas zonas de la cuenca del Atlántico norte. Estos ciclones, que en su mayoría suelen desarrollarse tras una intensa transición tropical y en un entorno poco favorable (con temperatura de la superficie del mar inferior a 26 ºC), pueden alcanzar una estructura de núcleo cálido poco profundo y provocar graves daños a su paso.

Como consecuencia del calentamiento global, en los últimos años estos ciclones muestran una tendencia a desarrollarse en regiones más septentrionales. Esto implica que los métodos de estudio y categorización de este tipo de sistemas deban revisarse, ya que ya no es posible limitar su detección mediante franjas latitudinales de latitudes medias-bajas (20º–40º N). Por otro lado, existe el problema de que muchos ciclones que pueden adquirir un núcleo híbrido también pueden ser considerados seclusiones cálidas. En consecuencia, cuando se detectan mediante métodos tradicionales de caracterización de estructura térmica (como el Cyclone Phase Space, CPS), pueden confundirse con ciclones subtropicales.

Por tanto, el objetivo principal de este trabajo es desarrollar un método de detección de ciclones subtropicales a partir del CPS que permita identificar aquellos sistemas que realmente presenten características tropicales, y que pueda utilizarse sin necesidad de imponer restricciones por bandas latitudinales. Para llevar a cabo este trabajo se utilizarán conjuntamente la base de datos HURDAT y una lista de ciclones obtenida a partir de ERA5 mediante un método de detección y seguimiento de ciclones. Entre los resultados obtenidos destaca una mejor caracterización de las propiedades tropicales de estos ciclones mediante un análisis de la convección, así como su posible aplicación en modelos de cambio climático, con el fin de estudiar la tendencia de estos sistemas en escenarios de clima más cálido.

Palabras clave: ciclones subtropicales, Cambio climático, ERA5, Hurdat, CPS.

PLANCLIMAC2: Desarrollo y monitorización de actuaciones coordinadas en la región macaronésica en materia de riesgos y amenazas del cambio climático

Gustavo Pestana Pérez[1], Rocío González Negrín[1], Javier Luis Ramos Delgado[1], Jesús González Navarro[2], Zi-Xiong Lin Yang[2], Laura Morcuende Trujillo[2], Sara Hernández Barrera[2], Ventura del Carmen Rodríguez Herrera[2], Fabián Rodríguez Fernández[2], Raiza Negrín Carlos[2], María Febles Gutiérrez[2] y Jonay López Montesdeoca[2]

[1] Servicio de Cambio Climático e Información Ambiental (Viceconsejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Energía del Gobierno de Canarias)
[2] Área de Medio Ambiente Las Palmas y Cambio Climático (Gestión y Planeamiento Territorial y Medioambiental S.A.)

rgonnegf@gobiernodecanarias.org; proyectos_mac@gesplan.es

Resumen: PLANCLIMAC2 supone un compromiso estratégico orientado a abordar los impactos del cambio climático en la Macaronesia mediante actuaciones dirigidas a prevenir y minimizar sus efectos y riesgos. Se basa en la armonización regional de datos, indicadores y procedimientos, integrando observación instrumental, teledetección y series temporales para evaluar riesgos climáticos y apoyar la toma de decisiones. Estas herramientas comunes y mecanismos de transferencias de conocimiento hacia administraciones y sectores, asegura la cohesión operativa entre socios.

La región formada por Canarias, Madeira y Azores, junto con Cabo Verde y los nuevos socios africanos (Santo Tomé y Príncipe, Ghana y Costa de Marfil), presenta una característica común: territorios insulares y costeros vulnerables ante los riesgos climáticos. La recurrencia de sequías, incendios forestales, episodios de inundación y la acidificación oceánica evidencia la necesidad de articular una respuesta coordinada para la verdadera gobernanza climática y la resiliencia del conjunto del territorio.

La experiencia de PLANCLIMAC (MAC2/3.5B/244) cimentó el Observatorio Macaronésico de Cambio Climático (OMCC) y desarrolló proyecciones climáticas de alta resolución, campañas y estudios costeros, alcanzando indicadores avanzados complementados con acciones de sensibilización ciudadana. PLANCLIMAC2 amplía y refuerza este marco de conocimiento; afianza el papel del OMCC, con el aumento de la resolución de datos; y estandariza herramientas comunes, como un Atlas Climático de la Macaronesia y un sistema compartido de indicadores avanzados. Además, crea una red de ciencia ciudadana técnicamente certificada y herramientas digitales de evaluación de riesgos climáticos.

PLANCLIMAC2 ya despliega la elaboración de una de las líneas fundamentales: la Estrategia Macaronésica de Adaptación al Cambio Climático, reforzando así la cooperación técnico-institucional. En ejecución, se desarrollan acciones especializadas, demostrativas y de capacitación como talleres de CO2 y Acidificación Oceánica, adaptaciones como los refugios climáticos, y el mapeo de oportunidades de actividad y empleo verde, para su integración en el mercado laboral macaronésico.

Potencialmente, PLANCLIMAC2 permitirá dar una respuesta climática bajo una metodología técnico-científica común, que permita al territorio macaronésico ser modelo de cooperación territorial y de capacitación para la adaptación y reducción de riesgos climáticos, constituyendo un ejemplo aplicable en otros territorios que puedan atribuir características geográficas parecidas.

Palabras clave: PLANCLIMAC2, adaptación climática, reducción de riesgos, indicadores climáticos, cooperación territorial

Numerical Simulation of Atmosphere–Fire Interactions at High Resolution over the Iberian Peninsula with WRF-SFIRE

Leydi L. Salazar[1], David Caballero[1], Luis Torres[1], Robert Monjo[2], Fidel González-Rouco[3] y Jorge Navarro[4]

[1] Meteogrid, Madrid, Spain.
[2] Fundación para la investigación del clima (FIC), Madrid, Spain.
[3] Instituto de geociencias, IGEO (UCM-CSIC), Madrid, Spain.
[4] Centro de Investigaciones Energéticas, Mediambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Madrid, Spain.

leydi.laura@meteogrid.com; robert@ficlima.org; fidelgr@ucm.es; jorge.navarro@ciemat.es

Abstract: Accurate simulation of surface wind conditions is essential for predicting wildfire propagation rate and direction. Integrated modeling systems such as WRF-SFIRE enable the coupling between atmospheric dynamics and fire spread, but their performance strongly depends on model physics and spatial discretization. The objective of this study was to analyze the sensitivity of atmospheric and fire spread simulations for the 28 June 2019 Almorox–Cadalso wildfire (Spain) to multiple physical parameterizations and spatial resolutions using WRF-SFIRE. Numerical experiments were carried out by combining several options of microphysics, radiative transfer, and planetary boundary layer (PBL) schemes in a series of nested domains with resolutions between 9 km and 0.2 km. Model evaluation was conducted using statistical performance indicators such as Bias, RMSE, correlation coefficients, Kolmogorov–Smirnov statistics, and Taylor diagrams. Simulated fire propagation was compared with observed fire perimeter progression. Results indicated weak sensitivity of wind fields to microphysics and radiation schemes, whereas PBL scheme selection significantly influenced wind simulation quality. The Yonsei University scheme at approximately 1 km resolution yielded the most consistent performance overall, while the Shin–Hong scheme provided some improvements in high-resolution wind structure but is restricted to dry convective environments. The coupled modeling framework successfully reproduced fire perimeter development, although with a slight tendency to overpredict head-fire advance speed. Resolving the gray-zone representation of boundary layer convection is essential, since PBL parameterization strongly controls wind structure and fire spread dynamics.

Keywords: Wildfires, WRF, SFIRE, FSE, PBL.

Monitorización de los impactos del cambio climático en España

Amar Halifa-Marín[1,2], Marcos Gil-Guallar[2,3], Alejandro Royo-Aranda[1,2], María del Mar Rondón[2,3], Antonio Torralba[1,2], Marta Simón[2,3], Fergus Reig[1,2], Manuel Arretxea[4], Eduardo Moreno-Lamana[1,2], Daniel Vilas1[,2], Magí Franquesa[1,2], Sara Herrera[2,3], María Adell-Michavila[1,2], Alex Crespillo[1,2], Víctor Trullenque-Blanco[2,3], Ahmed El Kenawy[1,2], Fernando Domínguez-Castro[1,2], Borja Latorre[2,4], Santiago Beguería[2,4], Sergio M. Vicente-Serrano[1,2]

[1] Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IPE–CSIC), Zaragoza, España
[2] Laboratorio de Climatología y Servicios Climáticos (LCSC), Consejo Superior de Investigaciones y Universidad de Zaragoza, España
[3] Estación Experimental de Aula Dei, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (EEAD-CSIC), 50059 – Zaragoza, España
[4] Instituto de Geociencias (IGEO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Universidad Complutense de Madrid (CSIC-UCM), 28040 Madrid, España

amar.halifa@ipe.csic.es

Resumen: Este trabajo presenta el desarrollo de un nuevo servicio climático orientado al análisis, visualización y distribución de una multitud de índices climáticos, calculados de forma sistemática en diferentes escalas temporales (mensual, estacional y/o anual) y diseñados para caracterizar tanto los extremos meteorológicos como sus impactos potenciales en sectores socioeconómicos clave, especialmente la agricultura, los recursos hídricos, la energía, la salud y los ecosistemas en España. El conjunto de índices incluye métricas térmicas, pluviométricas, de sequía, viento, confort térmico, aridez, evapotranspiración y potencial energético, ampliamente reconocidas en la literatura científica y en iniciativas internacionales de monitorización climática. La base metodológica se sustenta en toda la información disponible del Banco Nacional de Datos de AEMET, a la que se aplicaron procedimientos de control de calidad, relleno y homogenización. A partir de esas series se generó una interpolación a 2.5 km, sin precedentes en España, para el cálculo de índices en el territorio de España continental y los archipiélagos de Baleares y Canarias. Los resultados se organizan de forma coherente en diferentes escalas temporales, permitiendo evaluar tanto la variabilidad climática como la frecuencia, intensidad y persistencia de eventos extremos. Esta aproximación multiescalar facilita el análisis integrado de riesgos climáticos y su evolución espacial y temporal. Como principal resultado de transferencia, el estudio da lugar a un servicio climático plenamente operativo, accesible en línea, que permite a los usuarios explorar interactivamente los distintos índices climáticos, visualizar mapas y series temporales, y descargar los datos asociados para su uso en estudios específicos, planificación territorial o apoyo a la toma de decisiones. El servicio será actualizado regularmente con periodicidad anual para mantener la coherencia temporal de los indicadores. Más allá de su valor científico, este servicio constituye una herramienta flexible y escalable, concebida como infraestructura de apoyo a la adaptación al cambio climático. Su diseño metodológico y modular permite su futura ampliación, así como su replicabilidad en otros ámbitos geográficos, contribuyendo al fortalecimiento de los servicios climáticos orientados a toda la sociedad, y a la gestión sostenible del territorio frente a la emergencia climática.

Palabras clave: servicios climáticos, monitorización, impactos, cambio climático

Climatología y Calibración del Gálvez-Davison Index (GDI) para México

Mauricio López-Reyes[1,2], Carlos Calvo-Sancho[3], José Francisco León-Cruz[4], Ángel Meulenert[1], J.M. Galvez[5], Javier Díaz-Fernández[7], J.J. Gonzalez-Aleman[7], María Luisa Martín[6,8]

[1]Instituto de Astronomía y Meteorología (IAM),
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI)
[2]Agencia Mexicana de Meteorología y Geociencias (GEOSMET).
[3] Centro de Investigaciones sobre Desertificación,
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIDE, CSIC-UV-GVA),
Climate, Atmosphere and Ocean Laboratory (Climatoc-Lab)
[4]Unidad Académica de Estudios Territoriales Yucatán (UAETY),
Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
[5]CIRA, Colorado State University
[6]Department of Applied Mathematics,
Faculty of Computer Engineering, University of Valladolid.
[7]Agencia Estatal de Meteorología (AEMET);
[8]Institute of Interdisciplinary Mathematics (IMI), Complutense University of Madrid

mauricio.lopez@academicos.udg.mx; carlos.calvo@csic.es;
jleon@geografia.unam.mx; jose.galvez@noaa.gov;
javidi04@ucm.es; mlmartin@uva.es

Resumen: El índice Gálvez-Davison (GDI) es un índice termodinámico diseñado para diagnosticar ambientes favorables para la convección tropical (Gálvez y Davison, 2016). En este trabajo se presenta una climatología del GDI sobre México para el periodo 1981-2024 y se evalúa su capacidad para representar la variabilidad de la precipitación convectiva en un país caracterizado por una fuerte heterogeneidad hidroclimática y topográfica. Para ello, se calcularon campos horarios de GDI, incluyendo el término de corrección por terreno, a partir del reanálisis ERA5, y se validaron usando precipitación diaria de CHIRPS y radiación saliente de onda larga (OLR) de ERA5 como proxy complementario de convección profunda.

Con el fin de representar la diversidad climática de México, los regímenes de precipitación fueron regionalizados objetivamente en seis dominios mediante reducción de dimensionalidad basada en EOF y agrupamiento k-means. Los resultados muestran que el GDI presenta un ciclo estacional bien definido, con valores bajos durante la estación fría y valores más altos en primavera tardía y verano, especialmente en regiones tropicales, costeras y de baja altitud. En contraste, sobre zonas elevadas se observan valores sistemáticamente menores, lo que refleja tanto la formulación del índice como la influencia de la topografía sobre los ambientes convectivos.

El análisis muestra una relación negativa y estadísticamente significativa entre el GDI y la OLR en todas las regiones, lo que respalda su consistencia física como indicador de favorabilidad convectiva. Frente a la precipitación observada, el GDI presenta asociaciones positivas de intensidad moderada, con mejor desempeño durante la temporada lluviosa y en regiones tropicales y bajo influencia del monzón mexicano. Asimismo, el análisis ROC muestra valores del área bajo la curva superiores a 0.5 en la mayoría de las combinaciones región-mes y, con frecuencia, mayores a 0.7 durante la temporada de lluvias, lo que indica una capacidad útil para discriminar eventos convectivos. En conjunto, los resultados sugieren que el GDI constituye una herramienta útil para diagnosticar la favorabilidad convectiva sobre México, especialmente cuando se interpreta de manera regional y estacional.

Palabras clave: Índice Gálvez-Davison (GDI), convección, precipitación, México.

A Generative Diffusion Approach for Probabilistic Sub-Kilometer Downburst Nowcasting over the Valencian Community

M. Martinez-Roig[1], C. Calvo-Sancho[1], F. Granell-Haro[1], A. Barrio-Martin[1], N. P. Plaza-Martin[1], C. Azorin-Molina[1], A. F. Prein[2], S. M. Vicente-Serrano[3], L. Gimeno[4], R. Nieto[4], D.Chen[5], T. R. McVicar[6], Z. Zeng[7] and A. Morata[8]

[1] Centro de Investigaciones sobre Desertificación, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CIDE, CSIC-UV-GVA), Climate, Atmosphere and Ocean Laboratory (Climatoc-Lab), Moncada,Valencia, Spain.
[2] Institute for Atmospheric and Climate Science, ETH Zürich, 8092 Zurich, Switzerland.
[3] Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IPE-CSIC), 50059 – Zaragoza, Spain.
[4] 2 Institute for Atmospheric and Climate Science, ETH Zürich, 8092 Zurich, Switzerland.
[3] Instituto Pirenaico de Ecología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IPE-CSIC), 50059 – Zaragoza, Spain.
[5] Department of Earth System Science, Tsinghua University, Beijing 100084, People's Republic of China.
[6] CSIRO Environment, Canberra, ACT 2601, Australia.
[7] School of Environmental Science and Engineering, Southern University of Science and Technology, Shenzhen 518055, China.
[8] Department of Science and Climatology, Spanish State Meteorological Agency, Madrid, Spain.

marcos.martinez.roig@csic.es

Abstract: Severe downburst events and convective responses represent some of the most destructive atmospheric hazards in the Western Mediterranean. In regions like the Valencian Community (Spain), characterized by steep coastal orography and intense thermal contrasts, these short-lived, localized phenomena pose an unresolved challenge for traditional operational forecasting. While Numerical Weather Prediction (NWP) models can capture favorable mesoscale environments, executing multi-member physical ensembles at sub-kilometer scales in real time is highly time-consuming for operational agencies. To address this limitation, this study proposes a hybrid, high-resolution probabilistic nowcasting framework that replaces microscale dynamical cores with conditional generative diffusion models. Our operational pipeline will operate in two sequential stages. First, forecasts from the Global Forecasting System (GFS) at 0.25° resolution will be used to initialize a regional configuration of the Weather Research and Forecasting (WRF) model, dynamically downscaling the synoptic state to a 3-km mesoscale grid over the Iberian Peninsula.

Second, a conditional space-time diffusion model will map the non-linear relationship between these 3-km multi-level atmospheric fields and sub-kilometer surface thermodynamic and kinematic fields. The diffusion process will be conditioned on key variables extracted from WRF, including multi-level wind vectors (U,V), vertical velocity (W), temperature, and humidity profiles, alongside convective indicators like Downdraft CAPE (DCAPE), combined with high-resolution digital elevation models (DEM) and local land-use datasets to preserve boundary-layer constraints.

While a physical 50-member NWP ensemble at a 600-meter grid spacing would require hours of supercomputing allocation, the inference of our diffusion architecture bypasses this operational bottleneck. Once trained, the model is expected to generate multi-member probabilistic ensembles within minutes. Furthermore, framing the downscaling as a generative process avoids the regression-to-the-mean effect and the subsequent smoothing of fields that typically affect other AI-based architectures. This allows for robust, explicit quantification of spatial uncertainty and direct assessment of critical wind-speed thresholds for early warning systems.

Future validation against dense local weather station networks (AEMET and AVAMET) and Spanish meteorological radar reflectivity profiles will evaluate the framework's capability to capture the sharp spatial footprints and structural evolution of Mediterranean downbursts, aiming to establish a scalable, computationally efficient paradigm for real-time risk management and severe weather nowcasting.

Keywords: Convective hazards, Downburst nowcasting, Diffusion models, Probabilistic forecasting, Hybrid NWP-AI, Spatial super-resolution.

Incendios forestales y vulnerabilidad socio-climática en Baja California, México: hacia estrategias de resiliencia comunitaria.

Lya Margarita Niño Contreras, Sheila Azalia Morales Flores, Nestor, Santillan Soto, David Enrique, Flores Jiménez y Diana González, Ochoa

Universidad Autónoma de Baja California

lnino@uabc.edu.mx; sheila.morales@uabc.edu.mx; nsantillan@uabc.edu.mx; david.flores80@uabc.edu.mx; diana.gonzalez50@uabc.edu.mx

Resumen: Este trabajo tiene como objetivo analizar la vulnerabilidad social y territorial frente a incendios forestales en el estado de Baja California, con énfasis en zonas de interfaz urbano-forestal. Se parte de la hipótesis de que la ocurrencia y el impacto de los incendios no dependen únicamente de factores climáticos, sino también de condiciones socio-territoriales como la expansión urbana, la percepción del riesgo y las capacidades de preparación comunitaria.

La investigación adopta un enfoque interdisciplinario que combina métodos cualitativos y cuantitativos. En la fase cualitativa se realizaron recorridos de campo y entrevistas a actores clave vinculados a la gestión del riesgo, incluyendo autoridades, brigadistas y representantes comunitarios. En la fase cuantitativa se diseñó un instrumento de encuesta estructurada para evaluar condiciones sociodemográficas, características de la vivienda y del entorno, percepción del riesgo, acciones preventivas y capacidades comunitarias. Asimismo, se desarrolló un análisis climático y espacial a partir de bases de datos oficiales sobre incendios forestales, sequía e índices climáticos, integrando variables como intensidad y duración de la sequía, temperaturas extremas y días secos consecutivos.

Los resultados preliminares evidencian una alta recurrencia de incendios en municipios como Tecate, Ensenada y Tijuana, asociados a condiciones de sequía prolongada, incremento de temperaturas y presencia de vegetación inflamable. De manera paralela, se identifican limitaciones en infraestructura, acceso a información preventiva y niveles de organización comunitaria, lo que incrementa la vulnerabilidad de las poblaciones expuestas. La percepción del riesgo y las capacidades de respuesta varían significativamente entre territorios, reflejando desigualdades en la preparación ante emergencias.
Se concluye que el riesgo de incendios forestales en Baja California es resultado de la interacción entre factores climáticos y sociales, lo que subraya la necesidad de estrategias integrales de adaptación y reducción del riesgo que fortalezcan la resiliencia comunitaria en contextos de cambio climático.

Palabras clave: Incendios forestales, vulnerabilidad socioambiental, riesgo climático, resiliencia comunitaria, interfaz urbano-forestal, Baja California México.

Thermal growing season in central and northern Europe

Filip Miś

Doctoral School of Natural Sciences, Department of Meteorology and Climatology, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland

filmis@amu.edu.pl

Abstract: This study investigates the spatial and multi-year variability of the start, end, and length of the thermal growing season in central and northern Europe during 1950–2022. Daily mean temperature data from the European Climate Assessment and Dataset reanalysis were used to determine growing season characteristics, defined by six consecutive days with mean temperature above 5°C after the last spring frost and below 5°C after the first autumn frost.The results indicate a clear trend toward an earlier onset and a later end of the growing season, leading to its overall extension, mainly driven by an earlier start. The strongest changes were observed in western and northern parts of the study area. The study also assesses the role of large-scale atmospheric circulation by analysing the influence of major teleconnection patterns, including the North Atlantic Oscillation (NAO), East Atlantic (EA), Scandinavia (SCAND), and East Atlantic/Western Russia (EA/WR). These patterns significantly modulate interannual and regional variability in growing season timing and duration. The findings highlight the combined effects of climate warming and atmospheric circulation on seasonal dynamics and ecosystem functioning in Europe.

Keywords: Thermal Growing Season, Europe, Vegetation, Climate Change, Teleconnection patterns

Cambios en la idoneidad climática de la vegetación de humedales bajo escenarios climáticos futuros en sitios piloto europeos de restauración

Eulogio Chacón-Moreno, Jaime Ribalaygua, Emma Gaitán-Fernández, Marta Fernández-Pastor y Carlos Prado López

Fundación para la Investigación del Clima (FIC), Madrid, España

eulogio@ficlima.org

Resumen: Los humedales europeos se encuentran entre los ecosistemas más sensibles al cambio climático, debido a su fuerte dependencia de los regímenes térmicos e hidrológicos. Este trabajo presenta un análisis comparado de los cambios potenciales en la idoneidad climática de la vegetación de humedales en un conjunto de sitios piloto de restauración europeos, desarrollados en el marco del proyecto REWET. A partir de la aplicación de modelos de distribución de especies acoplados a proyecciones climáticas futuras, el objetivo es evaluar la sensibilidad climática de especies vegetales características de humedales e identificar áreas con mayor capacidad de persistencia climática, relevantes para orientar acciones de restauración y adaptación basadas en la naturaleza.

La hipótesis de partida es que la aplicación sistemática de escenarios climáticos CMIP6 a la modelización de distribución de especies permite detectar patrones consistentes de pérdida, desplazamiento y estabilidad climática, y que estos patrones pueden utilizarse para identificar refugios climáticamente resilientes relevantes para la gestión y restauración de humedales. La metodología se basa en la modelización de la distribución potencial de especies vegetales de humedales a partir de variables climáticas representativas de las condiciones actuales y futuras. Se emplean proyecciones climáticas derivadas de múltiples modelos climáticos globales, considerando los cuatro escenarios socioeconómicos compartidos (SSP) definidos por el IPCC y varios horizontes temporales. Los modelos de idoneidad climática se construyen mediante enfoques de ensemble y sus resultados se sintetizan para reducir la variabilidad asociada a la incertidumbre climática, permitiendo comparaciones coherentes entre regiones y escenarios.

Los resultados muestran cambios significativos en la idoneidad climática de numerosas especies de vegetación de humedales, con patrones espaciales diferenciados entre Open Labs. En general, se observan contracciones de la idoneidad climática en regiones más expuestas al aumento de temperatura y al estrés hídrico, junto con desplazamientos potenciales hacia áreas con condiciones climáticas más favorables. Al mismo tiempo, se identifican zonas que mantienen condiciones climáticamente adecuadas de forma consistente a través de escenarios y horizontes temporales, configurándose como refugios climáticamente resilientes. Estos resultados aportan una base climáticamente informada para priorizar acciones de conservación, restauración y adaptación de humedales europeos frente al cambio climático.

Palabras clave: Cambio climático, Refugios climáticos, Humedales, Modelos de distribución de especies, Escenarios CMIP6.

Refugios y corredores ecológicos frente al cambio climático: una metodología integrada para la adaptación de la infraestructura verde en España

Eulogio Chacón-Moreno, Jaime, Ribalaygua, Emma Gaitán-Fernández, Marta Fernández-Pastor, Carlos Prado López, Gonzalo Rodríguez-Ruiz, María, del Carre Díaz, Jesús Martínez Pomet, Ana Isabel Hernández-Parada, César Paradinas Blázquez, Jesús San Martín Toro, Carlos Carravilla

Fundación para la Investigación del Clima, Madrid, España

eulogio@ficlima.org

Resumen: La adaptación de la biodiversidad al cambio climático requiere herramientas espaciales capaces de anticipar cambios en la idoneidad climática e integrar dichos cambios en la planificación de la infraestructura verde. Este trabajo presenta una metodología integrada para la identificación de refugios y corredores ecológicos climáticamente resilientes en España, desarrollada a partir de la convergencia de enfoques aplicados en proyectos recientes como REBIOCCAN, FORESTECCO y COBIOCCLIM. El objetivo es generar productos espaciales de alta resolución que apoyen estrategias de conservación, restauración y adaptación de ecosistemas bajo escenarios de clima futuro, incorporando de forma explícita la incertidumbre asociada a las proyecciones climáticas. La hipótesis de partida es que la combinación de modelos climáticos, modelos de idoneidad ecológica y análisis de conectividad permite identificar patrones robustos de persistencia, desplazamiento y transición de la biodiversidad frente al cambio climático, superando las limitaciones de aproximaciones estáticas o basadas en escenarios únicos. La metodología integra proyecciones climáticas regionalizadas derivadas de múltiples modelos climáticos globales, considerando los cuatro escenarios socioeconómicos compartidos (SSP) definidos por el IPCC y tres horizontes temporales futuros. Estas proyecciones se acoplan a modelos de idoneidad ecológica para especies y comunidades representativas, cuyos resultados se sintetizan mediante enfoques de consenso para reducir la dispersión asociada a la incertidumbre climática. A partir de estas capas se identifican áreas con alta estabilidad climática (refugios de retención), zonas potenciales de desplazamiento (refugios de migración) y espacios clave para la reorganización ecológica (refugios de transición), que posteriormente se integran en análisis de conectividad ecológica para evaluar y rediseñar corredores funcionales bajo condiciones climáticas futuras. Los resultados muestran que, a escala nacional, la distribución de refugios y corredores climáticamente resilientes presenta una marcada heterogeneidad regional, asociada a gradientes climáticos, topográficos y de uso del suelo. En la Cornisa Cantábrica, los resultados obtenidos en REBIOCCAN evidencian la coexistencia de áreas climáticamente estables con corredores clave para facilitar la migración y reorganización ecológica bajo escenarios futuros. En conjunto, el enfoque propuesto proporciona una base operativa para integrar información climática y ecológica en políticas de planificación territorial adaptativa frente al cambio climático.

Palabras clave: Cambio climático, Refugios climáticos, Conectividad ecológica, Infraestructura verde, Adaptación basada en ecosistemas.

Integración de información climática y agroclimática para fortalecer la resiliencia agrícola y la conservación en el entorno del Mar Menor

Emma Gaitán[1], Antonio Rubio[1], María del Carre[1], Carlos García Izquierdo[2], Carmen Chocano[2], Josefina Contreras Gallego[3], Almudena Giménez[3], Rosa Valero[4], Daniel Castillo[4], Alfonso Gálvez Caravaca[5], Javier Lorenzo Zapata[5] y Gonzalo, Rodriguez-Ruiz[1]

[1] Fundación para la Investigación del Clima
[2] CEBAS-CSIC
[3] Universidad Politécnica de Cartagena
[4] Sociedad Española de Agricultura Ecológica y Agroecología
[5] ASAJA Murcia

emma@ficlima.org; toni@ficlima.org; maria@ficlima.org; gonzalo@ficlima.org; cgarizq@cebas.csic.es; cchocano@cebas.csic.es; josefina.contreras@upct.es; almudena.gimenez@upct.es; rosa.valero@agroecologia.net; dani.castillo@agroecologia.net; agalvez@asajamurcia.com; formacion@asajamurcia.com

Resumen: Las regiones mediterráneas se enfrentan a una creciente presión climática caracterizada por el aumento de las temperaturas, la intensificación de los episodios de sequía, la mayor frecuencia de eventos extremos y una elevada variabilidad interanual de la precipitación. Estos cambios están afectando de manera directa a la productividad agrícola, la disponibilidad de recursos hídricos y la estabilidad de los sistemas agroalimentarios, incrementando la vulnerabilidad de los cultivos y dificultando la toma de decisiones por parte de agricultores y gestores del territorio. En este contexto, el proyecto CultivEco aborda el reto de la adaptación de los sistemas agrícolas al cambio climático mediante el desarrollo de información climática útil y accesible a escala local. Su objetivo principal es reforzar la capacidad de adaptación del sector agrícola a través de la generación de servicios climáticos orientados a cultivos estratégicos, integrando información climática pasada, presente y futura con indicadores agroclimáticos relevantes para la gestión agrícola. La metodología del proyecto combina datos observados de alta calidad con proyecciones climáticas regionalizadas, permitiendo analizar la evolución futura de variables clave como la temperatura, la precipitación y los extremos climáticos. A partir de esta información, se desarrollan indicadores agroclimáticos específicos que permiten evaluar impactos potenciales sobre los calendarios agrícolas, el estrés térmico e hídrico y la productividad de los cultivos. El enfoque metodológico se apoya además en un proceso participativo, en el que agricultores, técnicos y otros actores locales contribuyen a definir las necesidades de información y a validar los productos desarrollados. Los resultados de CultivEco ponen de manifiesto el valor de los servicios climáticos como herramienta clave para reducir la incertidumbre asociada al cambio climático y apoyar la toma de decisiones informadas en el sector agrícola. El proyecto contribuye así a la integración entre cambio climático, ecosistemas y servicios ambientales destacando el papel de la ciencia climática aplicada en la adaptación de los sistemas agrícolas y en el fortalecimiento de su resiliencia frente a escenarios climáticos futuros.

Palabras clave: Cambio Climático, agroecología, servicios ecosistémicos, plagas

Impacto del carbono negro en el albedo de la nieve del glaciar paccha en el periodo de 2024 - 2025

Roy Colins Carrillo Rondon[1] , Valeria Gonzales Verenice[1], Isabel Camila Granados Quispe[1], Brenda Xiomara Briceño Falcon[1], airo Sebastián Lima Diaz[1], José Daniel Toro Sanchez[1], Gonzalo Oscar Marquez Alvites[1], Aldo Saturnino Moya Alvarez[2]

[1] Círculo de investigación en Glaciares (CIGLAS).
Universidad Nacional Agraria la Molina
[2] Departamento de física y meteorología.
Facultad de ciencas - Universidad Nacional Agraria la Molina

20200215@lamolina.edu.pe

Resumen: La contaminación atmosférica, en particular el carbono negro (BC, por sus siglas en inglés), genera impactos significativos en los ecosistemas criosféricos de los Andes Centrales del Perú, donde este contaminante es transportado hacia zonas de alta montaña desde regiones de ambos flancos de la cordillera, proveniente tanto de emisiones permanentes asociadas a actividades antropogénicas como de emisiones estacionales vinculadas a la quema de biomasa. Al depositarse sobre la superficie glaciar, el BC reduce el albedo e incrementa la absorción de radiación solar, acelerando la fusión del hielo y la nieve, con consecuencias directas sobre la disponibilidad de los recursos hídricos y la estabilidad de los glaciares tropicales. El presente estudio tiene como objetivo estimar el impacto del BC en el albedo del glaciar Paccha durante el periodo 2024–2025, así como identificar sus principales fuentes de origen. Para ello, se realizaron tres campañas de muestreo de nieve en septiembre de 2024, enero de 2025 y agosto de 2025, cuyas muestras fueron filtradas para separar el contaminante y posteriormente analizadas mediante el instrumento LAHM para determinar la concentración de BC. Estos valores se incorporaron en el modelo SNICAR con el fin de cuantificar la reducción del albedo, complementándose con el uso del modelo HYSPLIT para analizar la procedencia de las masas de aire. En el mes de septiembre, debido a los incendios forestales registrados en la Amazonía y zonas aledañas, se produjo un transporte significativo de BC hacia el glaciar, generando concentraciones elevadas y una marcada disminución del albedo. En enero, correspondiente a la temporada húmeda, existió una reducción de la concentración superficial de BC como resultado de la cobertura de nieve reciente, con mayor influencia de fuentes urbanas. En agosto, durante la temporada seca, las concentraciones moderadas fueron asociadas principalmente a la quema de biomasa en la selva. Estos resultados permitieron aportar información clave para mejorar los modelos de retroceso glaciar y fortalecer las estrategias de mitigación y gestión ambiental en zonas de alta montaña.

Palabras clave: Carbono negro, albedo, glaciares tropicales, SNICAR, HYSPLIT, quema de biomasa, Andes Centrales del Perú

Influencia de las condiciones climatológicas en los grandes incendios forestales: análisis del incendio de Tenerife (2023)

M.Postigo, D.Ramos, L.Escudero, M.Luengo, E.Miranda, P.Álvarez, R. Romero, M. Nuñez y A. Morata

Agencia Estatal de Meteorología

mpostigog@aemet.es

Resumen: El incremento de los fenómenos meteorológicos extremos, como las sequías prolongadas y las olas de calor, está contribuyendo de forma significativa a la aparición e intensificación de grandes incendios forestales. En este contexto, la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) está desarrollando un nuevo índice de peligro de incendio forestal con el objetivo de mejorar la toma de decisiones en materia de prevención, planificación y gestión de emergencias. Este estudio analiza las condiciones meteorológicas y climáticas que preceden a los grandes incendios forestales, tomando como caso de estudio el incendio ocurrido en la isla de Tenerife en el verano de 2023. El incendio se declaró en el término municipal de Arafo el 15 de agosto de 2023 y afectó a 14.751 hectáreas —aproximadamente el 7,25 % de la superficie insular—, con un perímetro final de 90 km, convirtiéndose en el peor incendio registrado en Tenerife en las últimas cuatro décadas. El estudio se centra en la caracterización de las condiciones climatológicas precedentes al incendio, incluyendo el análisis de anomalías de temperatura, déficit de precipitación acumulado, recurrencia de episodios cálidos extremos e indicadores de sequía a distintas escalas temporales. El objetivo es identificar los patrones climáticos que configuraron un escenario de alta predisposición al desarrollo de un gran incendio forestal. Las olas de calor prolongadas e intensas, las condiciones de sequía estructural y la creciente frecuencia de episodios de temperaturas extremas incrementan la probabilidad de grandes incendios forestales, que resultan cada vez más extensos, severos y difíciles de controlar. El análisis integrado de estos patrones meteorológicos es esencial para comprender los mecanismos que favorecen su aparición, así como para mejorar las herramientas operativas de predicción, alerta temprana y prevención en un contexto de cambio climático.

Estudio de tendencias de precipitación en España desde 1950.

Pablo Álvarez Zapatero, José Vicente Moreno García, Ramiro Romero Fresneda y Ana Morata Gasca

Área de Climatología y Aplicaciones Operativas,
Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Madrid, España

palvarezz@aemet.es

Resumen: La variación en la precipitación en un contexto de cambio climático antropogénico es un objeto de estudio central, dada su repercusión medioambiental y social. Mientras que las series de temperatura muestran patrones claramente identificables, las precipitaciones no evidencian tendencias consistentes en un análisis global, en gran medida debido a su marcada variabilidad espacial y temporal. Sin embargo, éstas sí se manifiestan al desagregar la información por regiones.

En este estudio se analizan las observaciones de precipitación mensual y diaria registradas en España mediante la red de estaciones de AEMET durante el periodo 1950-2025, con el objetivo de caracterizar su distribución temporal y espacial, así como detectar posibles tendencias asociadas al cambio climático. Las series de precipitación mensual y diaria se han interpolado a una malla regular de 1 km y 5 km, respectivamente. Se emplean tanto la pendiente de Sen como el test de Mann-Kendall para evaluar la magnitud y significación de las tendencias encontradas. Empleando datos del reanálisis ERA5, se lleva a cabo un análisis de componentes principales (PCA), a partir del cual se entrena un modelo de regresión Ridge que reproduce de manera satisfactoria la precipitación estacional. Asimismo, se identifican los modos ortogonales que representan situaciones sinópticas asociadas a la precipitación, y sus tendencias temporales asociadas.

Los resultados muestran que no se detecta una tendencia anual significativa en el conjunto del país durante el periodo analizado. Sin embargo, sí se observan tendencias en la precipitación estacional en verano e invierno, concentradas en regiones concretas, consistentes con resultados de trabajos previos. Igualmente, se encuentra una evolución en el régimen de precipitación diaria, tanto en la intensidad de la precipitación como en el número de días húmedos. El estudio de componentes principales revela que esta fluctuación en la precipitación encontrada se puede atribuir a la variación temporal de los patrones de circulación atmosférica de escala sinóptica.

Palabras clave: precipitación, tendencias, hidrología, sequía.

Índice de Peligro de Incendios Forestales de Aemet

R. Romero, M. Postigo, D. Ramos, L. Escudero, M. Luengo, E. Miranda, P. Álvarez, M. Hernández, E. Sánchez, M. Núñez, A. Morata

Agencia Estatal de Meteorología

rromerof@aemet.es

Resumen: De acuerdo con el punto 6 del artículo 48 del Real Decreto 15/2022, que regula la planificación para la prevención y defensa ante el riesgo de incendios forestales, la información proporcionada por AEMET constituye la referencia oficial para establecer restricciones y medidas operativas. En este contexto, se hace necesaria la mejora de los índices de peligro actuales, tradicionalmente basados en variables exclusivamente meteorológicas, cuya capacidad para representar las condiciones reales del territorio resulta limitada ante los efectos combinados del cambio en el paisaje y del cambio climático. Las transformaciones del medio rural, el incremento de la carga de combustible y las modificaciones en los usos del suelo requieren integrar nuevas dimensiones del peligro relacionadas con el estado de la vegetación y la disponibilidad real de combustible. Además, el aumento de la evapotranspiración asociado al calentamiento global acelera el secado del suelo y de la vegetación, provocando saturación en los índices clásicos durante los periodos de mayor sensibilidad meteorológica. Este trabajo propone un índice que integra variables en tres escalas temporales clave: (1) un componente estable vinculado a los usos del suelo y su inflamabilidad; (2) un componente decenal que combina indicadores satelitales como el NDVI junto con la reserva de humedad del suelo procedente del balance hídrico de AEMET —definida como el agua disponible para las plantas respecto a una reserva máxima—; y (3) un componente diario procedente del FWI que caracteriza la variabilidad meteorológica inmediata. La integración del NDVI y de la humedad edáfica disponible en el componente decenal permite aproximar con mayor realismo la humedad del combustible vivo (LFMC), ofreciendo una solución operativa en un contexto en el que aún no se dispone de estimaciones satelitales de LFMC suficientemente fiables y estables para su uso operacional. El índice se ha calibrado para el periodo 2015–2024, evaluando su robustez mediante curvas ROC y métricas derivadas con el objetivo de cuantificar su capacidad discriminativa frente a la ocurrencia real de incendios.

Palabras clave: incendios forestales, usos de suelo, política forestal.

Señales de cambio en la precipitación y sus fuentes sobre los cultivos de secano de La Pampa, Argentina

Jakob Ernst[1], Rogert Sori[1], Albenis Pérez-Alarcón[2], Milica Stojanovic[1], Raquel Nieto[3] y Luis Gimeno[3]

[1] Centro de Investigación Mariña, Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Universidade de Vigo, Campus As Lagoas s/n, 32004 Ourense, Spain
[2] Instituto Dom Luiz (IDL), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1749-016, Lisboa, Portugal; Centro de Investigación Mariña, Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Universidade de Vigo, Campus As Lagoas s/n, 32004 Ourense, Spain
[3]Climate System Research Unit, UVigo-CESGA, Santiago de Compostela, Spain; Centro de Investigación Mariña, Environmental Physics Laboratory (EPhysLab), Universidade de Vigo, Campus As Lagoas s/n, 32004 Ourense, Spain;

j.ernst@uvigo.es; rogert.sori@uvigo.es; mstojanovic@uvigo.es; albenis.perez.alarcon@uvigo.es; rnieto@uvigo.es; l.gimeno@uvigo.es

Resumen: La agricultura de secano en la región de La Pampa, Argentina, es un componente clave de la producción alimentaria de América del Sur y a escala global, y depende fuertemente de los regímenes regionales de precipitación y del aporte de humedad atmosférica. Este estudio analiza la distribución espacial de los principales cultivos de secano, la climatología de la precipitación, las características de la estación húmeda y las fuentes de humedad que afectan a las áreas agrícolas de La Pampa durante el período 1980–2023. Las áreas de cultivo y los biomas se analizaron mediante los conjuntos de datos MIRCA-OS y One Earth, respectivamente, mientras que la precipitación y sus fuentes se evaluaron utilizando datos MSWEP y el modelo lagrangiano FLEXPART. La soja domina la región, ocupando aproximadamente el 50% del área total cultivada, seguida por forrajes (16%), trigo (13%), maíz (10%) y girasol (3%). La precipitación presenta un marcado ciclo anual, con una estación húmeda bien definida durante el verano austral (octubre a abril), que aporta la mayor parte de la precipitación anual. El inicio, el final y la duración de la estación húmeda muestran una notable variabilidad interanual, con una disminución estadísticamente significativa de su duración de 1,2 días por año. En consecuencia, la precipitación total de la estación húmeda disminuye en 5,47 mm por estación, mientras que la intensidad diaria se mantiene estable. Los mayores acumulados de precipitación se registran en el noreste de La Pampa, mientras que el noroeste presenta cambios espaciales heterogéneos a lo largo del año y durante la estación húmeda. La precipitación media durante las temporadas de cultivo es mayor en los períodos de siembra de soja, maíz y girasol, aunque estos cultivos experimentan descensos más intensos que los forrajes y el trigo. Las regiones continentales circundantes constituyen las principales fuentes de humedad atmosférica, especialmente las ecorregiones del Chaco seco y húmedo. Asimismo, los análisis de tendencias revelan una disminución más pronunciada de las fuentes continentales de humedad en comparación con las oceánicas. En conjunto, los resultados evidencian cambios en los patrones de precipitación con implicaciones relevantes para la agricultura de secano en La Pampa.

Palabras clave: Cultivos de secano, hidroclimtología, estación lluviosa, fuentes de humedad.

Extreme Vapor Pressure Deficit values in Spain during 2011-2020

Miquel Tomas-Burguera[1], Angela Manrique-Alba[2], Jordi Margalef-Marrase[3], Teresa Valor-Ivars[4], Josep Fortesa[1], Julián García-Comendador[1], Miquel Mir-Gual[1], Jaume Company[1], Francisco Cuello-Llobell[1], Alexandre Moragues[1], Joan Estrany[1], Cesar Azorin-Molina[2] y Santiago Begueria[5]

[1]Natural Risks and Emergencies Observatory of the Balearic Islands—RiscBal; http://riscbal.uib.eu, University of the Balearic Islands. Department of Geography and Institute of Agro-Environmental & Water Economy Research—INAGEA; Centre Bit Raiguer, Carrer dels Selleters 25, 07300 Inca, Mallorca – Spain.
[2]Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE, CSIC-UV-GVA). Climate, Atmosphere and Ocean Laboratory (Climatoc-Lab), Moncada, Valencia, Spain
[3]Centre de Ciència I Tecnologia Forestal de Catalunya
[4]Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia, Universitat Politècnica de Catalunya-BarcelonaTech, Castelldefels
[5]Estación Experimental de Aula Dei (EEAD-CSIC), Zaragoza, Spain

m.tomas@uib.cat

Resumen: El análisis de los extremos diarios del déficit de presión de vapor (VPD) revela que la distribución espacial del percentil 95 se asemeja notablemente a la de la temperatura del aire, presentando tanto un gradiente latitudinal como uno de distancia a la costa. Al comparar la ocurrencia de los valores extremos de VPD con los de temperatura del aire, se observa que, en varias ubicaciones, durante más del 30% de los días con VPD extremo la temperatura del aire no alcanza valores extremos. En determinados puntos, esta cifra supera incluso el 50%. Esto implica que, si se depende exclusivamente de la temperatura del aire para estudiar los impactos de los eventos extremos en la vegetación, se pasa por alto una proporción significativa de días de estrés ambiental en dichas localidades.

Palabras clave: VPD, ola de calor, valores extremos, temperatura del aire, humedad del aire

El papel del microbioma del suelo en la regeneración natural de Pinus pinea: implicaciones para la resiliencia de pinares mediterráneos

Elisa Pérez Martín[1], Javier Martínez Moreno[2], David Moreno Pérez, Marina Ortiz Sanz, Belén Turrión Nieves[1], Francisco Lafuente Álvarez[1], Carmen Romeralo Tapia[3], Marta Pardos Minguez[3], Rafael Calama Sainz[3], Gabriel Sangüesa-Barreda[4], Juan Francisco Fuentes Pérez[2], Celia Herrero de Aza[1]

[1]Grupo de Calidad y Sostenibilidad del Suelo,
Departamento de Ciencias Agroforestales, Instituto de Investigación en Gestión Forestal Sostenible. Universidad de Valladolid, ETSIIAA. Avenida de Madrid 44, Campus La Yutera, 34004, Palencia, España
[2]Grupo de Ecohidráulica y Ecohidrología Aplicada,
Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, Instituto de Investigación en Gestión Forestal Sostenible. Universidad de Valladolid, ETSIIAA. Avenida de Madrid 44, Campus La Yutera, 34004, Palencia, España.
[3]Departamento de Dinámica y Gestión Forestal,
Instituto de Ciencias Forestales, INIA-CSIC, Madrid.
[4]Departamento de Ciencias Agroforestales. Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR), EiFAB, Escuela de Ingeniería Forestal, Agronómica y de la Industria Bioenergética. Universidad de Valladolid.

eperez@uva.es; mariabelen.turrion@uva.es; francisco.lafuente@uva.es; celia.herrero.aza@uva.es; javiermm@uva.es; juanfrancisco.fuentes@uva.es; carmen.romeralo@inia.csic.es; rcalama@inia.csic.es; pardos@inia.csic.es; gabriel.sanguesa@uva.es

Resumen: La actividad microbiana del suelo desempeña un papel clave en el funcionamiento de los ecosistemas forestales, al regular procesos fundamentales como la descomposición de la materia orgánica o la dinámica del carbono. Estos procesos son especialmente relevantes en ecosistemas mediterráneos, donde la regeneración natural de las masas forestales constituye un factor determinante de su resiliencia frente a escenarios de cambio climático. En este contexto, el presente estudio analiza la respiración y la biomasa microbiana del suelo en pinares de Pinus pinea, evaluando su relación con distintos niveles de regeneración natural.

El estudio se desarrolló en seis parcelas circulares de radio fijo (8 m), seleccionadas a partir de un muestreo previo de 60 parcelas para representar un gradiente de regeneración. Todas las parcelas se localizan en el Monte de Utilidad Pública nº 44 “Tamarizo Nuevo” (Portillo, Valladolid) y fueron clasificadas según el número de plántulas establecidas en el último inventario: regeneración 0 plántulas/ha, <200 plántulas/ha, 200–1000 plántulas/ha y >1000 plántulas/ha. En cada parcela se establecieron puntos de muestreo diferenciados en función de la categoría de regeneración, considerando zonas control fuera de la influencia del árbol madre, zonas bajo su influencia sin regeneración y, cuando procedía, zonas con regeneración activa. De cada punto se seleccionaron las tres primeras profundidades de las cuatro muestreadas.

La respiración y biomasa microbiana se emplean como indicadores de la intensidad de los procesos de mineralización del potencial de los suelos de estudio para sostener procesos biogeoquímicos. El análisis conjunto de ambos parámetros permite evaluar el papel del microbioma edáfico en la disponibilidad de nutrientes y en la regeneración natural del pinar, aportando información relevante para comprender los mecanismos de resiliencia de estos ecosistemas frente a condiciones ambientales cambiantes.

Palabras clave: microbioma del suelo, regeneración natural, resiliencia, pino piñonero

Integrando modelización climática y ecológica en la conservación de especies y hábitats prioritarios (D92/43/CEE) euro-mediterráneos: dos estudios de caso.

Giovanni-Breogán Ferreiro-Lera[1], Ángel Penas[1] y Sara del Río[1,2]

[1] Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental (Área de Botánica). Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León (Campus de Vegazana s/n, 24071 León, España)
[2] Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE). Carretera León-Vega de Infanzones, Finca Marzanas-Grulleros, 24346 León, España

gferl@unileon.es; sriog@unileon.es

Resumen: El Euro-Mediterráneo podría ser, según los últimos informes de organismos internacionales y regionales en materia climática, una de las zonas del globo más afectadas por el cambio climático. Al "sobrecalentamiento", establecido en una anomalía de +0,4ºC [+0,1- +0,5ºC] (referencia: 1860-1890), se le suman el cambio en el régimen de precipitaciones, el incremento de los fenómenos extremos (inundaciones, sequías, medicanes…), etc. Consecuencia de todo ello, y de intervenciones humanas sobre el medio que incluyen introducción de especies exóticas/invasoras, cambios en los usos del suelo o sobreexplotación de recursos, se espera que el futuro esté protagonizado por una crisis de biodiversidad. Esta crisis podría desembocar en: disminución o pérdida local de poblaciones, con la consecuente merma de la diversidad genética, extinciones locales, o en un riesgo para ciertos hábitats de importancia comunitaria (HIC; Directiva 92/43/CEE), pudiendo verse afectados los ecosistemas que confieren al Euro-Mediterráneo su característica riqueza paisajística. Si bien la modelización climática ha sido actualizada con la publicación de la última generación de modelos acoplados CMIP6, la modelización ecológica no siempre ha acompañado este avance, y muchos modelos sobre cambios en la corología o en la dinámica de especies o de hábitats están a la zaga a este respecto.

En esta comunicación se presenta un abordaje en el que se elaboran Modelos de Nicho Ecológico de elevada predictividad e incertidumbre reducida partiendo de la evaluación regionalizada de Modelos de Circulación General, y pasando por la génesis de una *database* basada en delta-anomalías (**δ-MedBioclim**). Un estudio de caso para la especie de interés comunitario Prunus lusitanica L., que incluye la utilización de la humedad relativa y de la probabilidad de nieblas en la modelización del nicho, así como un segundo ejemplo analizando los posibles cambios en los HIC dominados por bosques de Fagus sylvatica L. (hayedos), serán brevemente expuestos, haciendo hincapié en cómo y por qué la metodología seguida influye en los resultados obtenidos. Se espera que los resultados de los estudios derivados participen de la estrategia europea de promoción de la sostenibilidad y de conservación de espacios Red Natura 2000, compromiso que, adquirido por los países firmantes de la D92/43/CEE, debemos esgrimir ante un futuro incierto y cambiante.

Palabras clave: cambio climático, Directiva 92/43/CEE, hábitats prioritarios, Modelos de Distribución de Especies, Región Mediterránea Europea.

Climate Change Impacts on the Ecological Status and Water Quality of the Ria de Aveiro

Ana Picado, Humberto Pereira, Nuno Vaz and João Miguel Dias

CESAM − Centro de Estudos do Ambiente e do Mar,
Departamento de Física, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal

ana.picado@ua.pt; humberto.pereira@ua.pt; nuno.vaz@ua.pt; joao.dias@ua.pt

Abstract: Coastal lagoons provide a wide range of ecosystem services, including habitat provision and biodiversity maintenance, biogeochemical regulation (nutrient cycling and carbon storage), water quality regulation, fisheries support, coastal protection, and cultural and recreational benefits; however, they are among the ecosystems most vulnerable to climate change. Changes in river inflows, water temperature, and nutrient dynamics are expected to significantly affect their ecological functioning and environmental quality. In this context, this study assesses the present and future ecological status of the Ria de Aveiro coastal lagoon under changing climatic conditions using the numerical model Delft3D. The hydrodynamic and water quality models were calibrated and validated against available observations, showing a satisfactory representation of the lagoon's circulation and seasonal variability, despite the intrinsic complexity of biogeochemical processes. Therefore, model outputs were used to analyse key environmental drivers and to compute ecological quality indicators related to ecosystem functioning and water quality. Results indicate that the main environmental variables exhibit marked seasonal patterns typical of temperate coastal systems. At present, the central channels of the lagoon generally show a Good to Moderate ecological status, while areas influenced by river discharges tend to present Moderate to Poor conditions due to higher nutrient loads. Future climate projections suggest an improvement in water quality during winter and autumn, associated with reduced riverine inputs, but a deterioration in spring and summer, primarily driven by increasing phosphate concentrations. These changes have significant implications for ecosystem services, including water quality regulation, habitat suitability, and biodiversity conservation. The results highlight the sensitivity of coastal lagoon ecosystems to climate-driven changes in nutrient and hydrological regimes, providing a scientific basis for adaptive management and ecosystem-based strategies aimed at enhancing the resilience of the Ria de Aveiro under future climate scenarios.

Keywords: ecosystem functioning, numerical modelling, ecological indicators, seasonal variability.

Restauración ecológica y captura de carbono: evaluando el potencial de la isla de Tenerife

Elena Rocafull[1], Rudiger Otto[1], José María Fernández-Palacios[1], Felipe Rodríguez Arvelo[2], Natalia Sierra Cornejo[1] y Lea de Nascimento[1]

[1]Grupo de Ecología y Biogeografía Insular, Instituto Universitario de Enfermedades Tropicales y Salud Pública de Canarias (IUETSPC), Universidad de La Laguna (ULL), La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España.
[2] Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología, Universidad de La Laguna (ULL), La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España.

elena.rocafull.perez@gmail.com

Resumen: La restauración ecológica se ha consolidado como una herramienta esencial para abordar de forma integrada la pérdida de biodiversidad, la degradación de los ecosistemas y la mitigación del cambio climático. En regiones insulares como Canarias, caracterizadas por una elevada singularidad biológica y una intensa transformación histórica del territorio asociada a los usos del suelo, la restauración de los ecosistemas potenciales adquiere una relevancia estratégica tanto desde el punto de vista ecológico como climático, debido a la magnitud de los servicios ecosistémicos fundamentales que estos proporcionan, como el de almacenamiento de carbono. El objetivo de este estudio fue estimar el carbono potencialmente almacenable por los ecosistemas terrestres en la isla de Tenerife, mediante la comparación entre el almacén de carbono actual y el potencial asociado a la recuperación de los ecosistemas maduros, a través de procesos de restauración ecológica, tanto activa como pasiva. Para ello, se identificaron las zonas potencialmente restaurables de la isla a partir de criterios ecológicos y de la ausencia de limitaciones derivadas de los usos económicos actuales del suelo, prestando especial atención a las superficies de cultivo abandonadas. Con este fin, se estimó la biomasa potencialmente acumulable en los distintos ecosistemas canarios y se elaboró un mapa del carbono asociado a la vegetación potencial madura de Tenerife, siguiendo el esquema del Mapa de Vegetación Potencial de Canarias. Este mapa fue comparado con los mapas de carbono acumulado en la vegetación actual. La integración de esta información permitió cuantificar la potencialidad futura de captura de carbono, tanto en comunidades arbustivas y suelo en desuso, como en masas forestales que aún no han alcanzado su estado de madurez.

Los resultados indican que Tenerife presenta un elevado potencial para incrementar su capacidad de almacenamiento de carbono mediante la recuperación de ecosistemas como la laurisilva y el bosque termófilo en las medianías del norte, así como del pinar en las zonas altas del sur de la isla. En conjunto, la restauración ecológica se propone como una estrategia eficaz para contribuir simultáneamente a la mitigación del cambio climático, a la conservación de la biodiversidad y a la recuperación del paisaje insular.

Palabras clave: Almacén de carbono, cambio climático, cultivos abandonados, ecosistemas maduros.

Climatic drivers of litterfall and leaf decomposition of woody plants and their effect on the soil carbon pool

Natalia Sierra Cornejo[1], Isabel Cabezas Dueñas[1], Lucía Igeño[1], Felipe Rodríguez Arvelo[2], Elena Rocafull[1], Rüdiger Otto[1], Lea de Nascimento[1], José María Fernández-Palacios[1]

[1] Island Ecology and Biogeography Group. Instituto Universitario de Enfermedades Tropicales y Salud Pública de Canarias (IUETSPC), Universidad de La Laguna (ULL), La Laguna, Canary Islands, Spain.
[2] Animal Biology, Soil Science and Geology, Universidad de La Laguna (ULL), La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España.

Abstract: Soils are the largest carbon pool in terrestrial ecosystems, storing roughly four times more carbon than vegetation. Thus, keeping and increasing this carbon pool (e.g. by recovering ecosystems through ecological restoration) and the ecosystem services that it provides, is a key strategy for climate change mitigation. For this aim, it is determinant to understand the drivers of soil carbon storage, such as the contribution of carbon from plants to the soil through litterfall, but also the decomposition of this fallen material that entails the release of carbon to the atmosphere through the associated microbial respiration. The climatic and biotic factors these fluxes depend on also affect in an indirect way the soil carbon pool. The objective of this study was to quantify litterfall production and leaf decomposition rates of woody plants, their climatic and biotic drivers and how they affect soil carbon stocks in the main forest and shrubland ecosystems in Tenerife Island. For this purpose, we established three 20 x 20 m plots per ecosystem type and settled and collected litterfall traps and decompositions bags every three months for a year to capture seasonality. As main results, we observed that the laurel forest showed higher litterfall, carbon and nitrogen fluxes, and leaf decomposition rates than the thermophilous woodlands, while the summit shrubland presented lower litterfall values than coastal and secondary shrublands. However, no differences in decomposition between these ecosystems was found. In forest ecosystems, mean annual precipitation exerted a positive effect on both, litterfall production and leaf decomposition, while no relation with climatic variables was found in shrublands, but a positive relation with aboveground biomass was observed. The effect of these two fluxes on soil carbon stocks followed the same pattern, with positive effects in forests but no relation in shrublands. Determining the answer of these processes to climatic and abiotic factors contribute to understand the mechanisms underlying a crucial ecosystem service in a global change context as it is soil carbon storage. This can be a valuable information to include in climate projection models and to consider in the design of environmental management strategies.

Keywords: carbon cycle, plant fluxes, seasonal variation, Tenerife Island.

From today's rarity to tomorrow's risk: conservation implications and climate projections for the Iberomacaronesian moss genus Tetrastichium (Mitt.) Cardot

Ruymán David Cedrés-Perdomo[1], Guillermo Santos[2] and Juan José García-Alvarado[1]

[1] Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal. Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, s/n. Facultad de Ciencias, Apartado 456. 38200. San Cristóbal de La Laguna. S/C de Tenerife. España.
[2] Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución. C/ José Antonio Novais, 12, Ciudad Universitaria, 28040. Madrid. España

rcedresp@ull.edu.es; alu0101445175@ull.edu.es; gsanto02@ucm.es.

Abstract: Oceanic archipelagos such as Macaronesia host a disproportionate share of global biodiversity, yet many species remain poorly sampled and highly sensitive to climatic shifts. Bryophytes, an ancient plant lineage, are particularly informative for conservation management due to their strong dependence on microclimate and moisture regimes. The moss genus Tetrastichium (Mitt.) Cardot (Leucomiaceae family) is endemic to Iberomacaronesia and exhibits a marked decline in abundance from north to south across the archipelagos (Azores–Madeira–Canary Islands). In continental Europe, it is extremely localized, with only two known occurrences in Cádiz (southern Spain): Tetrastichium fontanum (Mitt.) Cardot in Sierra de Montecoche and Tetrastichium virens (Cardot) S.P. Churchill in Sierra de Algeciras. Despite their narrow distributions and rarity, the conservation outlook of these species under climate change remains poorly quantified, although T. fontanum is currently listed as Vulnerable and T. virens as Near Threatened on the IUCN Red List. Here, we use climate-based species distribution models (SDMs) to estimate current habitat suitability and forecast future changes for both taxa across Iberomacaronesia. Occurrence records were curated to reduce spatial duplication, and environmental predictors were screened to minimize multicollinearity, retaining a parsimonious set of up to eight uncorrelated variables per species. Models were calibrated using geographically constrained pseudo-absences within the study region, while excluding a 500 m buffer around known presences to limit spatial dependence. Multiple algorithms (GLM, GAM, boosted regression trees, random forests, and Maxnet) were combined into performance-weighted ensemble models. Projections were generated using two global climate models (IPSL and UKESM) under contrasting emission pathways (SSP3-7.0 and SSP5-8.5) and for mid- and late-century periods (2041–2070 and 2071–2100). We summarize predicted areas of persistence and contraction, quantify uncertainty among climate models and scenarios, and discuss implications for the conservation planning of Tetrastichium, including the identification of potential climatic refugia, range shifts, and priorities for field validation. Our results provide a reproducible, conservation-oriented framework to refine threat assessments for range-restricted bryophytes and to complement current IUCN evaluations.

Keywords: biodiversity, bryophytes, endemism, climate change, biogeography.

BRYOCAN: a dataset on the insular biogeography of bryophytes in the Canaries

Ruymán David, Cedrés-Perdomo1 and Pilar, Martin-Ramos[2,3]

[1] Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal. Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, s/n. Facultad de Ciencias. Apartado 456. Código postal 38200. San Cristóbal de La Laguna. S/C de Tenerife. España.
[2] Island Ecology and Biogeography Group, Universidad de La Laguna (ULL), San Cristóbal de La Laguna. S/C de Tenerife. España
[3] Departamento de Geografía e Historia.C/ Prof. José Luis Moreno Becerra, s/n. Facultad de Humanidades. Planta 2. Apartado 456. Código postal 38200. San Cristóbal de La Laguna. S/C de Tenerife. España.

rcedresp@ull.edu.es; mmartira@ull.edu.es

Summary: Bryophytes (mosses, liverworts, and hornworts) are particularly sensitive to gradients in humidity and temperature. Given their broad latitudinal and altitudinal distribution, they constitute an ideal group for data-driven geographic approaches. However, in oceanic archipelagos like the Canary Islands, available information is often scattered and, in many cases, not systematically linked to comparable environmental variables across islands. In this communication, we present BRYOCAN, a standardized dataset of bryophytes from the Canary Islands, along with the climatic and altitudinal variables associated with their presence records. The database includes 516 species and summarizes their climatic and altitudinal ranges based on a large-scale spatial analysis. To develop it, a reproducible workflow was designed to extract high-resolution environmental predictors by combining regional climate mapping (100 × 100 m) with a 5-meter digital elevation model. Presence observations were assigned to spatial units of 500 × 500 m, corresponding to levels 1 and/or 2, depending on the spatial accuracy available for each taxon, as defined in the Canary Islands Biodiversity Database. From this integration, BRYOCAN synthesizes, for each species, its environmental and altitudinal distribution, incorporating variables such as mean temperature, minimum and maximum temperatures, precipitation, relative humidity, and altitude, along with their descriptive statistics. This resource provides a solid foundation for biogeographical and geoecological analyses and supports the identification of priority areas and information gaps in the archipelago.

Keywords: biodiversity, mosses, climate, altitude, Canary Islands.

Heat-proof invaders: Phenotypic plasticity of two coral species with high invasive potential under Marine Heat Waves

A. Arechavaleta Faría, H. Holgado Durán,
R. Acosta Galván, A. Rodríguez Hernández

BIOECOMAC Research Group. Dpto. Biología Animal, Edafología y Geología. Universidad de La Laguna (Spain).

alu0101240091@ull.edu.es

Abstract: The increasing frequency, intensity, and spatial extent of Marine Heat Waves (MHWs) is one of the many consequences of climate change. These extreme thermal anomalies can exceed the physiological limits of marine organisms, altering ecosystem structure and function. When combined with intense marine traffic, MHWs may act as ecological filters that facilitate the establishment and spread of non-native species with high invasive potential, particularly those exhibiting broad thermal tolerance and high phenotypic plasticity.

Using manipulative laboratory experiments, this study evaluated the effects of simulated MHWs on two coral species with high invasive potential recently recorded in the Canary Islands: Tubastraea coccinea and Carijoa sp. Over experimental periods of 5, 10 and 30 days, three thermal scenarios were tested: Control (20ºC), Moderate MHW (26ºC), and Extreme MHW (28ºC). Growth (wet weight and buoyant weight) and metabolic performance (respiration and calcification rates) were quantified using three colonies per species and treatment.

Calcification rates remained unaffected for both species across all treatments. In T. coccinea, growth was significantly reduced over time, with colonies being smaller at day 30 compared to day 10. Additionally, colonies reared at 28ºC exhibited increased respiration rates at days 10 and 30, suggesting elevated metabolic costs under extreme warming. In contrast, Carijoa sp. colonies showed no detectable effects on growth, but their respiration rates increased at day 10 under the 26ºC treatment, followed by a decline at day 30, although values remained higher than those measured at day 55. At 28ºC, respiration decreased between days 10 and 5. These results highlight the high resilience and phenotypic plasticity of coral species with invasive potential when exposed to MHW-like conditions. Such traits may confer a competitive advantage over native species under future warming scenarios, facilitating their establishment in newly accessible ecosystems. Continuous monitoring of their ecological impacts and development of targeted management strategies is essential to limit their spread and mitigate their effects on native benthic communities.

Keywords: Marine Heat Waves, Carijoa, Tubastraea coccinea, high invasive potential, phenotypic plasticity.

Variability of Saharan dust composition and its mixing with industrial air pollution over the tropical North Atlantic

Gorka Villena-Armas[1], Fabio Giardi[2], Jessica López-Darias[1], Silvia Nava[2,3], Franco Lucarelli[2,3] and Sergio Rodriguez[1]

[1]Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Group of Atmosphere, Aerosols and Climate, IPNA CSIC, Tenerife, Canary Islands, Spain Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Group of Atmosphere
[2] National Institute of Nuclear Physics (INFN), Sesto Fiorentino50019, FI, Italy
[3] Department of Physics and Astronomy, University of Florence, Sesto Fiorentino, 50019, FI, Italy

gorka.villena@csic.es; lucarelli@fi.infn.it

Abstract: Saharan dust is commonly represented in models as a single, compositionally uniform aerosol, yet its radiative, cloud, and nutrient-deposition effects depend on mineralogy and chemical aging. Here we provide hourly-resolved elemental composition evidence that Saharan Air Layer (SAL) outflow is chemically heterogeneous within individual dust outbreaks. We also show that North African pollution is recurrently embedded in the dusty SAL.

We analysed the chemical composition of hourly PM10 aerosol samples collected at a remote ~1500 m a.s.l. mountaintop site in Cape Verde during summer 2022 (n=968). The site is under free troposphere conditions, i.e. located above the marine boundary-layer, which allow to sample the dusty SAL under free troposphere conditions. Elemental composition was determined by Particle-Induced X-ray Emission (PIXE). Source contributions were resolved with Positive Matrix Factorization (EPA PMF 5.0) and linked to source regions using 10-day HYSPLIT back trajectories and Potential Source Contribution Function (PSCF) analysis.

We identified five source - factors: two mineral dust types, fresh sea salt, a sulphate-rich mixed factor, and a trace-metal pollution factor. The dust factors are chemically distinct and often co-exist, alternating in dominance on sub-daily timescales: a Ca-rich dust linked to carbonate rich soils north-western Sahara, and an Fe-Mn-rich dust linked to sources in the southern Sahara and Sahel. Anthropogenic contribution is low, but have an important chemical signature. The sulfate-rich factor accounts for more than 60% of sulphur and shows a near-complete chloride depletion, consistent with secondary sulphate formation and heterogeneous processing on dust and aged sea salt. The PSCF analysis shows that heavy metals as V, Ni, Zn and Pb are linked to major industrial hotspots of North Africa. These results have implications on how dust and its mixing with industrial air pollution influence on radiative forcing, nutrient cycling, ecosystems and health.

Keywords: Saharan Air Layer, dust mineralogy, PIXE, Positive Matrix Factorization, pollutions hotspots

Estimating Seagrass Biomass from the Sky: UAV Applications in Estuaries

Manuel Meyer[1], José Alberto Gonçalves[2], Celia Olabarria[3], Rodolfo Barreiro[4], Ingrid Cardenas[1] y Ana Bio[1].

[1] CIIMAR/CIMAR LA, Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research, University of Porto, Matosinhos, Portugal
[2] Department of Geosciences Environment and Spatial Planning (DGAOT), University of Porto, Porto, Portugal & CIIMAR/CIMAR LA
[3] Marine Research Centre (CIM) and Department of Ecology and Animal Biology, Faculty of Marine Sciences, University of Vigo, Vigo, Spain
[4] Faculty of Sciences and Advanced Scientific Research Centre (CICA), University of A Coruña, A Coruña, Spain

mmeyer@ciimar.up.pt; icardenas@ciimar.up.pt; anabio@ciimar.up.pt; jagoncal@fc.up.pt; colabarria@uvigo.gal; rodolfo.barreiro@udc.es

Abstract: Zostera noltii is an important intertidal seagrass species across estuaries, playing a critical role in carbon sequestration and sediment stabilisation, and providing essential nursery habitats for coastal fauna. Despite its ecological significance, traditional assessments of Above-Ground Biomass (AGB) are frequently limited by difficult access in the field and by the narrow tidal windows for sampling, emphasising the potential of high-resolution drone imagery for remote monitoring. This study evaluates the relationship between Z. noltei spectral signatures and AGB using multispectral drone imagery. Research was conducted across two 14-hectare sites along the Galician coast (NW Spain): the Miñor River (Ramallosa) and Mandeo River (Miño) estuaries. Aerial surveys were performed using a DJI Mavic 3 multispectral platform, capturing four bands: Green, Red, Red Edge, and Near-Infrared. Following the flights, 25 AGB samples per site were collected for ground-truthing, oven-dried at 60°C for 72 h, and weighed to the fourth decimal. Twelve vegetation indices (VIs) were modelled against AGB using linear, exponential, and power regressions. At the site-specific level, the Green Normalised Difference Vegetation Index (GNDVI) presented the best results, for both Miño(R^2 = 0.80, NRMSE = 0.19) and Ramallosa (R^2 = 0.74, NRMSE = 0.16). However, the performance of a global model integrating both datasets significantly deteriorated, with the Difference Vegetation Index (DVI) emerging as the best predictor (R^2 = 0.45, NRMSE = 0.19). These findings demonstrate that while multispectral UAV imagery can provide highly accurate AGB estimations at local scales, its strong dependence on site-specific calibration highlights the biophysical complexity of estuarine systems. In these environments, variability in sediment type, plant phenology, and illumination conditions can significantly influence spectral responses, which poses important challenges to model transferability. This underscores the necessity of site-specific calibration to maintain accuracy in seagrass biomass mapping across diverse estuarine systems.

Keywords: Zostera noltii, Above-Ground Biomass (AGB), UAV Remote Sensing, Vegetation Indices, Estuarine Ecosystem Monitoring

Effect of sea level rise on blue carbon ecosystems: a Portuguese case study

Ana Bio[1], Manuel Meyer[1], Ingrid Cardenas[1] and José Alberto Gonçalves[2]

[1] CIIMAR/CIMAR LA, Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research, University of Porto, 4450-208 Matosinhos, Portugal;
[2] Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Rua Campo Alegre 687, 4169-007 Porto, Portugal & CIIMAR/CIMAR LA.

anabio@ciimar.up.pt; mmeyer@ciimar.up.pt; jagoncal@fc.up.pt

Abstract: Coastal intertidal ecosystems, like saltmarshes and seagrass meadows are able to capture and retain large amounts of carbon. Also called blue carbon ecosystems, these natural carbon sinks can play a vital role in climate-change mitigation and for the achievement of the net-zero goal. However, these habitats are also highly vulnerable to climate change, particularly to sea level rise, which forces them to migrate to higher terrain to survive. Barriers, like infrastructures, may limit the migration causing a coastal squeeze.

A case study is presented of a saltmarsh and a seagrass meadow in the Minho Estuary, in northern Portugal. Based on remote-sensing images, the distributions of these ecosystems in recent years were studied. The ecosystems were delimited and adequate terrain heights were established. Sea level scenarios where then used to assess a potential migration of the ecosystems, also considering the surrounding land cover and possible barriers for migration.

Depending on climate-change scenarios, the saltmarsh ecosystem, which occupies the upper intertidal, may lose up to 25% of its area by 2150. The seagrass meadow, which occupies areas close to mean sea level, could migrate to the areas presently occupied by saltmarsh. However, local sedimentary conditions suggest that it may not be able to resist sea level rise or migrate, and could completely disappear.

Keywords: Saltmarsh, seagrass, climate change, remote sensing.

Transboundary air pollution, sea salt and desert Saharan dust dominates the composition of PM_{10} particles in Fuerteventura (Canary Islands)

Gorka Villena-Armas[1], Fabio Giardi[2], Jessica López-Darias[1], Silvia Nava[2,3], Franco Lucarelli[2,3], Diana Mesa-Morrillo[1], Nataly López-Fernández[1] and Sergio Rodriguez[1]

[1] Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Group of Atmosphere, Aerosols and Climate, IPNA CSIC, Tenerife, Canary Islands, Spain Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Group of Atmosphere
[2] National Institute of Nuclear Physics (INFN), Sesto Fiorentino, 50019, FI, Italy
[3] Department of Physics and Astronomy, University of Florence, Sesto Fiorentino, 50019, FI, Italy

gorka.villena@csic.es; lucarelli@fi.infn.it

Abstract: We present a study on PM10 particles at an urban background site in Puerto del Rosario, Fuerteventura. A total of 472 samples were collected on teflon filters (24h sampling) at Casa Palacio air quality station from 15-february-2024 to 26-june-2025. Concentrations of PM10 and the elemental composition analysis were performed at the Laboratorio de Calidad del Aire de Canarias (https://aircanlab.csic.es/), within the scientific frame of the project AirP-HotSpots, under certified methods by ENAC (ISO-EN-UNE 17025/12341:2024). Elemental composition was determined with X-Ray Fluorescence (XRF). Source apportionment was determined with EPA PMF 5.0 (EPA: U.S. Environmental Protection Agency; PMF: Positive Matrix Factorization). Long-range transport was studied with 10-day HYSPLIT back trajectories computed with GDAS meteorology (1°x1°), by determining the Potential Source Contribution Function (PSCF) using elemental tracers and PMF factor contributions.

Concentrations of PM10 were within the range 1 - 473 µg m−3, with an average value 29 µg m−3. PMF found four sources: (i) a high background of sea salt (Cl-Na-Mg-Br; ~89% of Cl and ~79% of Na), (ii) two Saharan desert dust types, one enriched in K and V and other enriched in Ca and Mn linked to transport from southern Saharan, both leading to high PM10 concentrations, much higher than the 45 µg m−3 of daily limit values of the new air quality directive, and (iii) an anthropogenic factor enriched in sulphur and trace metals (S ~82%; substantial fractions of Ni, Cu, Cr, Cd, Pb and As). We found an important influence of transboundary air pollution from North Africa and Southern Europe, with high concentrations of sulphur and trace metals linked to transport from the coastal industrial areas of Morocco and a hot-spot from mainland Spain (Puertollano). The overall results show that the contribution to PM10 of sea salt, Saharan dust and transboundary air pollution is much higher than that of local emissions in Fuerteventura. Thus, the activation of air quality plans focused on decreased local emissions to improve air quality within the frame of the new air quality directive 2024/2881 would have a very limited effectiveness given the strong influence of natural sources or transboundary air pollution.

Keywords: PM10, air quality, Saharan dust, transboundary air pollution, industry North Africa.

Modelling the consequences of different climate change scenarios in the Macaronesian laurisilva forests of Anaga Biosphere Reserve (Tenerife)

Carlos M. Regalado[1] y Axel Ritter[2]

[1] Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA), Dep. Producción Vegetal en Zonas Tropicales y Subtropicales, Apdo. 60 La Laguna, 38200 Tenerife
[2] Universidad de La Laguna, Área de Ingeniería Agroforestal, Ctra. General Geneto, 2, La Laguna, 38200 Tenerife

cregalad@icia.es; aritter@ull.es.

Abstract: Cloud forests distributed around the World are ecosystems strongly affected by the presence of low clouds and fog. An example of such cloud dependent forests is the evergreen laurisilva of the Macaronesian archipelagos. Their distribution is strongly dependent on the presence of the stratocumulus' belt associated with the tropospheric thermal inversion at these subtropical latitudes. With current climate models predicting a future shift of the cloud base in the Macaronesian region, it is imperative to understand the consequences of such variations on the hydrological relations of these forests. We investigate how projected changes in the cloud belt height and the associated rise in temperature and vapor pressure deficit would affect the evapotranspiration of a laurisilva brezal de tejo forest in the Anaga Massif Biosphere Reserve (Tenerife, Canary Islands). Various projected Representative Concentration Pathways (RCPs) scenarios were simulated, yielding in all cases predictions of a significant rise (30-70%) in transpiration, that may compromise the future survival and distribution of these relict ecosystems.

Keywords: Cloud forest, evatranspiration, thermal inversion, visibility measurements, wet canopy.

Long-term trends in air temperature and precipitation in Doñana and their implications for sand-dune pond systems

Marina Martínez-Caro, M.Carmen Álvarez-Castro, Miguel Rodríguez-Rodríguez y Alejandro Jiménez-Bonilla

Department of Physical, Chemical and Natural Systems,
Pablo de Olavide University, Utrera Road, Km 1., 41013 Seville, Spain.

mmarcar@alu.upo.es; mcalvas@upo.es; mrodrod@upo.es; ajimbon@upo.es

Abstract: Doñana National Park constitutes one of the most valuable wetlands in the western Mediterranean, both due to its high biodiversity and the fundamental role played by its sand-dune pond systems in sustaining essential ecological processes. Among them, Santa Olalla Pond stands out, whose hydrological dynamics critically depend on the balance between precipitation, evaporation, and groundwater inputs. This strong climatic dependence, together with increasing anthropogenic pressures, makes these ponds particularly vulnerable systems, highlighting the need for a rigorous characterization of recent climatic evolution in the region.

This study analyzes the evolution of air temperature and precipitation in the Doñana area over the period 1950–2024, with special focus on the sand-dune pond systems of the National Park. To this end, in situ observations carried out at the ponds themselves are combined with data from the nearest meteorological station of the Spanish State Meteorological Agency (AEMET), the “Palacio de Doñana” station located at the Doñana Biological Station, as well as several climate reanalysis products (HERA, ERA5, ERA5-Land, CERRA, and E-OBS). The observed datasets include daily precipitation and daily mean, maximum, and minimum air temperature recorded at this station.

The main objective is to identify and quantify long-term climatic trends and to assess the ability of the different reanalysis products to reproduce local observations, with particular emphasis on the representation of interannual variability and the consistency of the detected change signals. To this end, statistical analysis techniques based on non-parametric tests and trend analysis are applied.

The results allow for a robust characterization of warming signals and certain changes in the precipitation regime in Doñana, as well as an estimation of the uncertainty associated with the use of different reanalysis products. This work provides a solid scientific basis for the assessment of climate change impacts on sand-dune pond systems such as Santa Olalla Pond and for the design of management and conservation strategies for one of the wetlands most sensitive to climate change in the Mediterranean region.

Keywords: Doñana National Park, Sand-dune ponds, Temperature, Precipitation, Climate reanalysis.

Calentamiento dependiente de la altitud en el Pirineo: datos, análisis y resultados

Pere Esteban Vea[1,2], Javier Sigró Rodríguez[3,4], Marc Prohom Duran[1], Juan Ignacio López-Moreno[5], Jordi Cateura Sabri[1], Jordi Cunillera Grañó[1]

[1] Servei Meteorològic de Catalunya (SMC), Generalitat de Catalunya. Barcelona.
[2] Antartic, Arctic and Alpine environments ANTALP) research group. Universitat de Barcelona.
[3] Centre en Canvi Climàtic C3, Department de Geografia, Universitat Rovira i Virgili (URV). Tarragona
[4] Institut Universitari de Recerca en Sostenibilitat, Canvi Climàtic i Transició Energètica (IU-RESCAT), Universitat Rovira i Virgili (URV). Tarragona
[5] Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC), Campus de Aula Dei, Zaragoza.

pere.esteban@gencat.cat

Resumen: Como parte del proyecto LIFE-SIP Pyrenees4clima (2024–2032), se han puesto en marcha diversas tareas destinadas a detectar y analizar el calentamiento dependiente de la altitud (Elevation-Dependent Warming, EDW) en los Pirineos. Esta cordillera, situada en el suroeste de Europa y que conecta la Península Ibérica con el resto del continente, supera los 3.000 m en su sector central (Pico Aneto, 3.404 m) y todavía alberga varios glaciares. Su orientación oeste–este, la influencia combinada del océano Atlántico y del mar Mediterráneo, así como su posición entre los vientos del oeste y los anticiclones subtropicales, la convierten en una región especialmente relevante para el estudio del cambio climático.

Una de las tareas clave del proyecto, y la que se aborda principalmente en esta presentación, consiste en la compilación de las series de temperatura más largas y robustas de toda la cordillera, incluyendo cotas elevadas, con el objetivo de identificar tendencias y evaluar diferencias significativas en función de la altitud. En las últimas décadas, las observaciones en alta montaña se han incrementado notablemente gracias a estaciones automáticas gestionadas por organismos oficiales como SMC, AEMET y Météo-France, lo que garantiza datos de alta calidad. La selección de series se realiza mediante un estricto control de calidad, que incluye la detección de puntos de ruptura utilizando métodos de homogeneización (ACMANT). Asimismo, considerando el papel potencial de la nieve en la evolución térmica, se han realizado análisis comparativos empleando diferentes franjas altitudinales. Los resultados preliminares muestran ya una señal clara y estadísticamente significativa de EDW a escala anual, estacional y mensual.

Un segundo enfoque del proyecto con relación al EDW, de carácter más innovador, es la recolección de datos de temperatura del aire y humedad relativa a lo largo de dos nuevos transectos altitudinales en el Pirineo catalán (valle de Bonabé) y aragonés (Panticosa). Estos transectos, diseñados según las directrices de UHOP (Unified High Elevation Observatories Platform) permitirán, en fases posteriores del proyecto, explorar los vínculos entre el EDW, la circulación atmosférica y la cubierta nival.

Fragmentación del paisaje y respuesta al cambio climático en los ecosistemas de Tenerife

Víctor Bello-Rodríguez[1,2], Juan José García-Alvarado[1], Juana María González-Mancebo[1] y Marcelino J. Del Arco Aguilar[1]

[1] Plant Conservation and Biogeography Research Group. Departamento de Botánica, Universidad de La Laguna, Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, s/n 38200, Apartado 456, San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, España
[2] Grupo de investigación de Ordenación Territorial y Riesgos (GEORIESGOS), Departamento de Geografía e Historia, Universidad de La Laguna, Campus Guajara, 38200. San Cristóbal de La Laguna. Santa Cruz de Tenerife, España.

vbelloro@ull.edu.es

Resumen: El cambio climático está alterando la distribución potencial de la vegetación insular, generando desajustes entre las condiciones climáticas futuras y la localización actual de los fragmentos que conforman el paisaje. Este trabajo analiza cómo la fragmentación del territorio condiciona la capacidad de respuesta de las principales formaciones vegetales de Tenerife ante escenarios de cambio climático, evaluando la distancia y dirección del desplazamiento requerido para mantener condiciones ambientales equivalentes. Para ello, se caracterizan los fragmentos actuales de cada formación vegetal y su clima asociado, y se emplean proyecciones climáticas regionalizadas para identificar la localización espacial de sus climas análogos futuros.

El análisis se desarrolla desde dos aproximaciones complementarias: (1) considerando únicamente los fragmentos mejor conservados, que representan la máxima integridad ecológica actual, y (2) incorporando el conjunto completo de fragmentos, incluidos aquellos con cierto grado de degradación, con el fin de evaluar su papel potencial en la conectividad y en la respuesta espacial de cada formación. A partir de la comparación entre la distribución presente y la ubicación futura de los climas análogos, se estiman direcciones dominantes de desplazamiento y velocidades de respuesta para cada tipo de vegetación.

Los resultados en Tenerife muestran que la restauración de áreas degradadas puede reducir de forma sustancial el desplazamiento necesario para que las formaciones vegetales mantengan condiciones climáticas equivalentes, al aumentar la conectividad y facilitar rutas más continuas hacia los climas análogos futuros. Este enfoque refuerza el valor de la restauración ecológica como herramienta clave para la adaptación basada en ecosistemas y la conservación de la biodiversidad insular en el contexto del cambio climático.

Palabras clave: conectividad ecológica, climas análogos, desplazamiento climático, restauración ecológica.

Predicción de aportaciones a embalses en España a través de modelos climáticas de proyecciones de precipitación regionalizadas del CMIP6

J. Gutierrez-Fernandez[1,2] , S. Sanfiz[1,2], E. Rodriguez-Guisado[2]

[1] Tragsatec
[2] Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), área de modelización climática

jgutier8@tragsa.es

Resumen: La península ibérica es una de las regiones del mediterráneo que tiene una mayor recurrencia a sufrir episodios prolongados de sequía. Estos episodios de escasez de precipitaciones, hacen necesario la presencia de grandes reservas artificiales de agua para su almacenamiento en periodos de sequias. En España contamos con una amplia red de embalses que son monitorizados a través del MITECO y que nos ofrece información de las entradas, acumulación y salidas de agua de los embalses a nivel mensual. En los últimos años, distintos estudios sobre cambio climático, ponen a la península ibérica como una de las regiones del planeta que presentaran un mayor descenso de las precipitaciones y por tanto que podría tener problemas y restricciones graves para el consumo y aprovechamiento de los recursos hídricos. En consecuencia de esta problemática, el principal objetivo de este trabajo es trasladar los datos de anomalía sobre las precipitaciones previstas al impacto sobre las reservas de agua. Para ello se crea un modelo de regresión lineal múltiple que permita predecir las entradas de agua en los embalses a partir de proyecciones climáticas de precipitación. Para este trabajo utilizaremos los datos de entrada de agua en los diferentes embalses disponibles en la página web del MITECO, que serán entrenados a través de datos de precipitación del reanálisis de CERRA para generar un modelo predictivo de regresión lineal múltiple que pueda ser utilizado en modelos climáticos de precipitación del CIMP6. Con este resultado se quiere estudiar los posibles cambios en la cantidad de entrada de agua y estudiar como en el futuro puede variar los extremos de los valores de aportaciones.

Palabras clave: Embalses, CERRA, Aportaciones, CIMP6, PLS

ENSO as a major driver of interannual variability of sardinella population in the Canary Upwelling System

Jorge López-Parages[1,2,4], Irene Nadal[1,2,4] y José C. Sánchez-Garrido[1,3,4]

[1] Physical Oceanography Group, University of Málaga, Málaga, Spain
[2] Department of Applied Physics I, Faculty of Science, University of Málaga, Málaga, Spain.
[3] Department of Applied Physics II, School of Telecommunications Engineering, University of Málaga, Málaga, Spain.
[4] Instituto Universitario de Biotecnología y Desarrollo Azul (IBYDA), University of Málaga, Málaga, Spain.

parages@uma.es, irenenadal@uma.es, jcsanchez@uma.es

Abstract: Small pelagic fish dominate the biomass of marine species in Eastern Boundary Upwelling Systems (EBUS), where they support a large part of the world's fisheries and represent a key intermediate link between plankton and top predators. In the Canary Upwelling System, these species account for nearly 70% of the total landings by weight of northwest African countries, with round sardinella (Sardinella aurita) standing out as the most abundant species in the southern flank of the system and a key resource for local economies and food security. However, the available observations across the region limits our understanding of how environmental variability affects its abundance and distribution, a constraint that is particularly problematic in the context of rapidly evolving fisheries and the uncertain impacts of climate change. In this work, a novel end-to-end ("climate-to-fish") modelling framework with an explicit representation of round sardinella dynamics is developed, building on earlier modelling efforts by Sánchez-Garrido et al. (2019, 2020) for anchovy and sardine in the same region. Our end-to-end approach, forced with oceanic and atmospheric reanalyses to generate a 50-year long (1959–2008) simulation, couples a regional ocean circulation model (ROMS), a lower-trophic ecosystem module (NEMURO), and an individual-based model representing all life stages of round sardinella. Our results allow us to propose consistent mechanisms by which large-scale climate modes such as ENSO impact the spatio-temporal dynamics of sardinella in the target region.

Keywords: round sardinella, ENSO, Canary Upwelling System, climate variability.

Patrimonio Natural y fenómenos climáticos: pérdida y valoración de peligro para Gran Canaria

Federica Zane

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

federica.zane101@alu.ulpgc.es

Resumen: Los fenómenos climáticos hoy en día registran un incremento en su intensidad y frecuencia, y con impactos cada vez más adversos. Bases de datos nacionales demuestran cómo en España el número de fenómenos adversos y la superación de umbrales normales ha ido incrementando anualmente. Esto se ha podido ver en los daños causados a la infraestructura de las ciudades o por el número de personas heridas en eventos climáticos extremos. El análisis de las consecuencias sobre los ecosistemas y la biota pasa en segundo plano frente a las pérdidas humanas. Sin embargo, una planificación urbanística y el bienestar de una comunidad no puede prescindir de los ecosistemas que la rodean. El objeto de la presente investigación es presentar gráficamente la información mejorada de los datos sobre la pérdida potencial de biota a causa de las situaciones climáticas extremas y los cambios climáticos futuros. Por esto, se procederá con el análisis de la biota de los sistemas costeros de la zona sur y suroeste de Gran Canaria, visualizando cómo se vería afectada por los potenciales fenómenos climáticos presentes y futuros. En este estudio se usa una metodología mayormente basada en Sistemas de Información Geográfica. En primer lugar, se recopilará toda la información referida a la isla de Gran Canaria utilizando bases de datos nacionales sobre biota como el Inventario Español de Especies Terrestres, el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias o el Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. Luego, se procederá con el análisis de las previsiones futuras de los fenómenos. Para ello, se usará la herramienta del visor PIMA Adaptacostas del Gobierno de Canarias. El resultado final será la visualización de las áreas con mayor y menor pérdida potencial de biota y de patrimonio natural, cuya finalidad es su lectura para planificar la preservación de las zonas que se pueden considerar afectadas por los fenómenos.

Palabras clave: Patrimonio natural, biodiversidad, impacto, ecosistemas costeros.

Modelling the consequences of different climate change scenarios in the Macaronesian laurisilva forests of Anaga Biosphere Reserve (Tenerife)

Carlos M. Regalado[1] and Axel Ritter[2]

[1] Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA), Dep. Producción Vegetal en Zonas Tropicales y Subtropicales, Apdo. 60 La Laguna, 38200 Tenerife
[2] Universidad de La Laguna, Área de Ingeniería Agroforestal, Ctra. General Geneto, 2, La Laguna, 38200 Tenerife

cregalad@icia.es; aritter@ull.es.

Abstract: Cloud forests distributed around the World are ecosystems strongly affected by the presence of low clouds and fog. An example of such cloud dependent forests is the evergreen laurisilva of the Macaronesian archipelagos. Their distribution is strongly dependent on the presence of the stratocumulus' belt associated with the tropospheric thermal inversion at these subtropical latitudes. With current climate models predicting a future shift of the cloud base in the Macaronesian region, it is imperative to understand the consequences of such variations on the hydrological relations of these forests. We investigate how projected changes in the cloud belt height and the associated rise in temperature and vapor pressure deficit would affect the evapotranspiration of a laurisilva brezal de tejo forest in the Anaga Massif Biosphere Reserve (Tenerife, Canary Islands). Various projected Representative Concentration Pathways (RCPs) scenarios were simulated, yielding in all cases predictions of a significant rise (30-70%) in transpiration, that may compromise the future survival and distribution of these relict ecosystems.

Keywords: Cloud forest, evatranspiration, thermal inversion, visibility measurements, wet canopy.

Organic Carbon in coastal sediments and blue carbon estimation at two sites in the Canary Islands: A preliminary approach

Jose R. Sierra-Salcedo, David González-Santana, J. Magdalena Santana-Casiano, Melchor González-Dávila y Aridane G. González1

Instituto de Oceanografía y Cambio Global (IOCAG), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), Las Palmas de Gran Canaria, Spain.

jose.sierra101@alu.ulpgc.es; david.gonzalezsantana@ulpgc.es; magdalena.santana@ulpgc.es; melchor.gonzalez@ulpgc.es; aridane.gonzalez@ulpgc.es

Abstract: Seagrass meadows are increasingly recognized as effective blue carbon ecosystems due to their ability to trap and store organic carbon (OC), both within their biomass and inthe underlying sediments. This study evaluated the spatial variability of organic carbon and organic matter in sediments from Cymodocea nodosa meadows and adjacent unvegetated sandy areas at two sites in the Canary Islands: El Pajar (Gran Canaria) and Abades (Tenerife). The content of OC, in %, was estimated using two analytical methods: Walkley-Black /wet oxidation (WB) and Loss on Ignition (LOI). These methods were applied to surface sediments (0–2 cm) and sediment cores (0–16 cm).

The %OC in surface sediments ranged from 0.07% to 0.424%, while core sediments ranged from 0.104% to 0.408% with the WB method. On average, the LOI method yielded OC estimates that were approximately 83% higher than those obtained using the WB method. Using a measured glucose recovery factor of 0.915 for the WB method resulted in OC estimates that were 16% lower compared to using the conventional factor of 0.77. There was no correlation between carbon content in C. nodosa biomass (mean 0.681 g C in El Pajar and 0.709 g C in Abades) and sedimentary OC, suggesting that hydrodynamic processes, physico-chemical conditions, and sediment properties strongly influence OC accumulation in sediments, and that abiotic factors in coastal areas must be considered when predicting carbon storage capacity.

The carbon stocks were estimated using an average calculated dry bulk density (DBD) of 1.21 g cm^{-3} for the LOI carbon estimation, reaching 2708.15 Mg C ha^{-1} in sediments. Based on carbon market prices from 2023 to 2025, the estimated economic value ranged from €32,146.07 to €73,597.02 ha^{-1}. These findings emphasized the importance of seagrass ecosystems as carbon sinks, while also highlighting the relevance of method selection, site-specific calibration, and the inclusion of adjacent unvegetated areas in blue carbon assessments.

Palabras clave: Blue carbon, Marine sediments, Seagrass meadows, Carbon stock, Canary Islands.

Observaciones meteorológicas para la gestión del patrimonio natural geológico: formas periglaciares del Llano de Maja (Parque Nacional del Teide, Tenerife, Islas Canarias)

Esther Martín González[1], Andrés Díez Herrero[2], Pablo L. Mayer Suárez[3], María del Carmen Romero Ruiz[4] y Juana Vegas[2]

[1] Museo de Ciencias Naturales de Tenerife,
Organismo Autónomo de Museos y Centros
[2] Centro Nacional Instituto Geológico y Minero de España (IGME, CSIC)
[3] Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)
[4] Universidad de La Laguna (ULL)

mmartin@museosdetenerife.org; andres.diez@igme.es;
j.vegas@igme.es; pablo.mayer@ulpgc.es; mcromero@ull.edu.es

Resumen: Las formas periglaciares superficiales a mesoescala (suelos poligonales y estriados) del Llano de Maja se han formado en el Cuaternario reciente asociadas a ciclos de hielo-deshielo, humectación-inundación-desecación, vientos secos persistentes y eventos nivales esporádicos en esta planicie cubierta con depósitos piroclásticos volcánicos. Por su singularidad y valor científico, didáctico y turístico han sido catalogadas como lugar de interés geológico (LIG) en el inventario español (IELIG). Desde que estas formas fueron descritas y estudiadas a finales de la década de 1970 y hasta la actualidad, han sufrido una evidente degradación en su extensión areal y grado de definición, que puede estar asociada con el cambio global, tanto climático (régimen de precipitaciones, temperaturas y vientos) como de variación en la vegetación (cobertura, porte y especies), la fauna (autóctona y exótica) y los usos antrópicos (actividades ganaderas, cinegéticas y turísticas; como es el tránsito de personas fuera de los senderos; etc.). Para corroborar o refutar esta hipótesis, además de estudiar las series de datos meteorológicos de las estaciones próximas representativas (entre ellas una secular, el observatorio de Izaña), se instaló un pluviómetro de cazoletas basculantes y registro continuo a nivel del suelo en el propio Llano de Maja. A partir del análisis de las precipitaciones mensuales y de datos diarios de eventos singulares asociados a borrascas atlánticas, tormentas subtropicales y danas ocurridas en los últimos tres años, y su correlación con las estaciones próximas, se trata de inferir cómo el cambio en el régimen de precipitaciones está influyendo en la conservación de estas formas periglaciares de interés patrimonial. La intensificación de los periodos de sequía meteorológica, el aumento de temperatura, la reducción de los días de helada efectiva, la disminución de los eventos de cobertura nival y, sobre todo, la concentración de las escasas precipitaciones en eventos torrenciales intensos, han contribuido a la desaparición de las formas periglaciares en determinados sectores del Llano de Maja y a que se hayan desdibujado y atenuado en otros. Estos resultados y conclusiones deberían servir para orientar la gestión de este espacio natural, ordenando el uso público del mismo para minimizar las consecuencias negativas del cambio climático en este singular patrimonio natural geológico.

Palabras clave: periglaciarismo, patrimonio geológico, Cañadas del Teide, cambio climático, régimen de precipitación.

Declive de los “pinos padre” de Pinus Canariensis en la vertiente sur del Teide: 20 años de sequía e incendios analizados mediante lidar multitemporal

Iñaki Etxebeste Larrañaga[1], Ángela Blázquez-Casado[1], Tomás Reneses[2] y Juan Agulló[3]

[1] Área de Selvicultura y Cambio Climático, Cesefor (Soria, España)
[2] Servicio Técnico de Gestión Forestal, Cabildo de Tenerife (Tenerife, España)
[3] Servicio de Planificación y Proyectos Forestales, Cabildo de Tenerife (Tenerife, España)

inaki.etxebeste@cesefor.com; angela.blazquez@cesefor.com; tomasr@tenerife.es; jagullo@tenerife.es

Resumen: El presente estudio analiza las condiciones climáticas y ecológicas que han provocado el declive de los “pinos padre” de Pinus canariensis en la vertiente sur del Teide, individuos situados a 1.500 m de altitud, con alturas próximas a los 40 m y edades estimadas en torno a los 700 años. Estos árboles, reservorio genético excepcional, han sufrido una sequía casi continua durante más de dos décadas, agravada por los incendios forestales de 2018 y 2021. Se realizó un análisis mensual de las condiciones de microhábitat de los últimos 20 años combinando datos climáticos locales procedentes de AgroCabildo, con información de sensores remotos de media y alta resolución (Landsat, Sentinel y SPOT) e información LiDAR ALS (2009, 2012, 2014, 2019 y 2023). A partir de series temporales se caracterizó la evolución del estado fisiológico de estos árboles, así como su respuesta a los incendios recientes. Los resultados evidencian una tendencia sostenida hacia condiciones más cálidas y secas, con un aumento en la duración e intensidad de los periodos de estrés hídrico (SPEI-12 < −1,5). La sinergia entre sequía crónica y recurrencia de incendios ha provocado que la capacidad de rebrote epicórmico y la protección de la corteza, habitualmente eficaces tras el fuego, resulten insuficientes para garantizar la supervivencia de estos individuos longevos. Finalmente, se identificaron otras zonas de Tenerife con condiciones análogas, donde podrían producirse procesos similares de mortalidad.

Palabras clave: *Pinus canariensis*, LiDAR ALS, estrés hídrico, SPEI, pinos padre, Teide.

Modeling Post-Fire Soil Loss in Tenerife under Extreme Climatic Events

Alejandro Aguiar Martín, Joel Luis Noda, Virginia Aguiar Hernández, Carmen Concepción Jiménez Mendoza, María Luisa Tejedor Salguero, Jesús Santiago Notario del Pino, Jonay Neris Tomé

Universidad de La Laguna. Facultad de Ciencias. Departamento de Edafología

aaguiarm@ull.edu.es; jluis@fg.ull.es; virginia8200@gmail.com; cacojime@ull.edu.es; martesa@ull.edu.es; jnotario@ull.edu.es; jneris@ull.edu.es

Abstract: Wildfires constitute one of the main factors driving the alteration of terrestrial ecosystems, particularly in Mediterranean and insular climate regions, where the recurrence of extreme events can intensify soil degradation processes. Following a wildfire, the loss of vegetation cover and changes in the physical and chemical properties of the soil can significantly increase its vulnerability to water erosion, especially when intense rainfall events occur over short periods of time. In this context, the present study aims to analyze the combined influence of extreme climatic conditions and the effects of the Arafo wildfire (Tenerife, 2023) on soil loss, using the WEPPcloud model as a simulation tool. The study focuses on evaluating how post-fire soil surface alterations, combined with high-intensity rainfall events, can modify the erosive response across different geomorphological and edaphic contexts on the island. The working hypothesis proposes that, following a wildfire, the occurrence of intense and temporally concentrated precipitation can generate substantial increases in soil loss rates. This effect is expected to be particularly pronounced in areas with steep slopes and high levels of fire severity. To test this hypothesis, climatic time series containing all available data from 62 meteorological stations distributed across the island of Tenerife were used. The records include daily and sub-daily information on precipitation, temperature, solar radiation, and wind, with temporal resolutions ranging between 10 and 30 minutes. After the organization and homogenization of the climatic data, these were incorporated into the online interface database of the model for subsequent use. This allowed the definition of realistic climatic scenarios representative of extreme conditions in Tenerife and the simulation of their potential impact on soil erosion. Additionally, comparisons were conducted between pre- and post-fire conditions, as well as among areas classified according to fire severity, in order to explore how extreme climate and fire impact interact in controlling post-fire soil erosion dynamics.

Keywords: WEPPcloud, erosion, rainfall intensity, wildfire, simulation.

CIMAs: Una base integrada de datos climáticos de alta montaña en el Sistema Central de la Península Ibérica

C. Vegas Cañas[1], J.F. González Rouco[2], E. Rodríguez-Guisado[3], E. Rodríguez-Camino[4], R. M. Cardoso[5], L. C. Santos[5,6], J. Navarro-Montesinos[6], E. García-Bustamante[6], C. Pereira[5,7], Y. Luna[3], A. Morata[3], G. Robles-Martínez[8], J. A. Hinojal[9]

[1] Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica, Instituto de Geociencias(IGEO, UCM–CSIC), Universidad Complutense de Madrid (UCM), 28040, Madrid, España
[2] Instituto de Geociencias, IGEO (UCM-CSIC), 28040, Madrid, España.
[3] Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), 28040, Madrid, España.
[4] Asociación Meteorológica Española (AME), 28080, Madrid, España.
[5] Faculdade de Ciências, Instituto Dom Luiz (IDL), Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, Portugal
[6] Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), 28040, Madrid, España.
[7] Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), 1749-077, Lisboa, Portugal.
[8] Sistema Automático de Información Hidrológica de la cuenca del Duero (SAIH Duero), 47004, Valladolid, España.
[9] Sistema Automático de Información Hidrológica de la cuenca del Tajo (SAIH Tajo), 28011, Madrid, España.

cvegas@ucm.es

Resumen: La iniciativa CIMAs (Climate research initiative for Iberian Mountain Areas) es un marco colaborativo que reúne a varias instituciones españolas: la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), la Universidad Complutense de Madrid (UCM), el Instituto de Geociencias (IGEO, CSIC-UCM) y el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). El objetivo principal de la iniciativa es avanzar en la caracterización y comprensión de la variabilidad y el cambio climático en el Sistema Central de la Península Ibérica. Las regiones de montaña son especialmente sensibles al cambio climático. Sin embargo, los datos observacionales en estos entornos siguen siendo espacialmente escasos y heterogéneos, lo que dificulta el conocimiento del clima y su variabilidad y supone un reto para el desarrollo de modelos regionales de alta resolución y de servicios climáticos. CIMAs aborda este desafío mediante la integración de bases de datos climáticos procedentes de diferentes instituciones de España y Portugal, con distintos protocolos de medida, resoluciones temporales y formatos de datos. En este trabajo se describe el sistema integrado de CIMAs, que articula dos líneas de trabajo complementarias. Por un lado, se describe la construcción de la base de datos observacional, que comprende la homogeneización de formatos y unidades, la revisión de metadatos, la aplicación sistemática de controles de calidad y una arquitectura basada en control de versiones que garantiza la trazabilidad y facilita su actualización continua. Actualmente están operativas las bases de datos de temperatura y precipitación, con la incorporación de viento y nieve en desarrollo. Por otro lado, esta base observacional sustenta el desarrollo y la evaluación de simulaciones climáticas regionales de muy alta resolución (1 km) en entornos de alta montaña con diferentes modelos.

Este sistema incluye análisis espacio-temporales de la cobertura de datos y climatologías preliminares, que permiten verificar la coherencia interna de los datos, y cuenta con una herramienta web para su consulta y visualización.

El marco creado por CIMAs proporciona una base estructurada e interoperable para la integración de observaciones y simulaciones climáticas en áreas de alta montaña de la Península Ibérica, con el objetivo de mejorar la información disponible para la generación de simulaciones climáticas y el desarrollo de servicios climáticos.

Palabras clave: alta montaña, observaciones, simulaciones, servicios climáticos

Análisis de distribución espacio-temporal de contaminantes

Alejandro Cordero, Juan Pedro Montávez,
Eloisa Raluy López, y Leandro C. Segado Moreno.

Grupo de Modelización Atmosférica Regional,
Departamento de Física, Campus de Excelencia Internacional
Regional “Mare Nostrum”, Universidad de Murcia, Murcia, España

alejandro.corderog@um.es

Resumen: Desentrañar la relación bidireccional entre clima urbano y contaminación atmosférica es un reto debido a la compleja distribución espacio-temporal de la contaminación, determinada por las emisiones, las reacciones químicas y las condiciones meteorológicas. Una valiosa herramienta para su estudio son los modelos acoplados atmósfera-química. Sin embargo, los mapas de emisión disponibles tienen una resolución demasiado baja.

Este trabajo se centra en lograr una mejor distribución espacio-temporal de las concentraciones de contaminantes a partir de una mejor caracterización de las fuentes de emisión. Para ello, se ha desarrollado una metodología para reconstruir los campos de emisión a muy alta resolución a partir de mapas de emisiones de contaminantes con baja resolución utilizando datos geográficos de distintas variables. Estas técnicas de disgregación de datos distribuyen espacialmente las fuentes de emisión de manera coherente a su origen. Cada tipo de emisión asignada a un sector se relaciona a una base de datos geoespacial. Por ejemplo, las emisiones ligadas a tráfico se redistribuyen a partir de los mapas de carreteras, las emisiones de aviones a disposición de los aeropuertos, las emisiones industriales y energéticas a la distribución en industrias, y otros sectores a mapas poligonales agrícolas o mapas de densidad de población. Este tratamiento también nos permite diferenciar entre distintos niveles verticales. Además esta diferenciación nos permite establecer una componente temporal de la emisión acorde a cada sector. La componente temporal (horaria) se construye a partir del establecimiento de ciclos diarios, semanales y anuales. Las emisiones totales para cada contaminante se generan a partir de las contribuciones horarias de cada uno de los sectores. Para testear la resultados se han comparado para la Región de Murcia con una base de emisiones generada a partir de fuentes originales. Los resultados muestran un buen acuerdo. Por otro lado se han realizado simulaciones sobre distintas ciudades españolas, obteniendo que los patrones espaciales de contaminantes son mucho más coherentes con las observaciones.

Agradecimientos: Los autores agradecen al Proyecto ARUBA (PID2023-149080OB-I00/MCIN/AEI/10.13039/501100011033) del Ministerio de Ciencia e Innovación/Agencia Estatal de Investigación de España y a FEDER, UE. AC agradece su contrato predoctoral FPI (PREP2023-001664) de la Agencia Estatal de Investigación.

Palabras clave: Clima urbano, calidad del aire, isla de calor urbana, modelización atmosférica

A Data-driven Methodology for Urban-Rural Characterization using Heat Stress Indices

Carmen Rodríguez-Rumayor[1], Ana Casanueva[1], Yaiza Quintana[2], Javier Diez-Sierra[2] y Joaquín Bedia[1]

[1] Departamento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación (MACC), Universidad de Cantabria, Santander, Spain.
[2] Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-Universidad de Cantabria, Santander, Spain.

rodriguezmac@unican.es

Abstract: The Urban Heat Island (UHI) effect arises when urban areas exhibit higher temperatures than surrounding suburban and rural regions. UHI estimation, however, is highly sensitive to the choice of urban and rural reference locations, a challenge given that such distinctions are often unclear or unavailable. This study aims to provide an urban-rural characterization of meteorological stations derived from long-term thermal behaviour.

As heat extremes intensify, nighttime heat stress increases, threatening population well-being and highlighting the need for human-centered methodologies. Thus, we analyze the Urban Heat Stress Island (UHSI) effect, an extension of the UHI concept beyond temperature, calculated for a variety of multi-variable heat stress indices. The analysis relies on sub-daily meteorological observations (1980-2017) from ten stations in the Paris area, focusing on summer nights when UHI/UHSI contrasts are strongest.
A decision methodology based on pairwise comparisons between stations is applied, estimating UHI/UHSI differences without predefined urban or rural labels. For each index, differences are calculated per time step, retaining the daily maximum contrast to emphasize extremes. Station relationships are inferred using a threshold-based criterion and aggregated through a reward-penalty scoring system, yielding a relative ranking according to prevailing nocturnal UHI/UHSI patterns.

The consistency of the ranking across heat stress indices and its sensitivity to the chosen threshold were evaluated, assessing the robustness of the station characterization. Rather than enforcing a binary classification, this approach highlights a spectrum of nocturnal thermal patterns, including an extensive peri-urban “grey zone” with transitional characteristics. The resulting ranking is not intended as an absolute urban-rural classification, but as a climatologically-grounded, data-driven measure of relative heat stress behaviour. It complements land-cover-based approaches and urban parameterizations, and provides practical guidance for delineating urban and rural reference areas in UHI and UHSI analyses in the absence of explicit definitions.

This work is part of Grant PID2023-149997OA-I00 (PROTECT) funded by MICIU/AEI/10.13039/501100011033 and ERDF/EU. C.R.R. acknowledges support from Grant PREP2023-001919 funded by MICIU/AEI/10.13039/501100011033 and ESF+.

Keywords: Urban Heat Island, heat stress, urban climate, FPS-URB-RCC, meteorological observations.

Methodology Proposal for the Evaluation of the LEZ Effect in Disadvantaged Peripheral Populations Health

Miguel Ángel Padilla-Marcos[1], Lida Mercado-Martín[1] and Iván García-Cobo[2]

[1] Department of Building Technologies.
Architecture School. Universidad de Valladolid.
[2] Department of Computer Science.
Computer Engineering School. Universidad de Valladolid

miguelangel.padilla@uva.es; lida.mercado@uva.es; ivan.garcia.cobo@uva.es

Abstract: Science has independently identified health risks associated with exposure to extreme weather events (heatwaves and cold spells), atmospheric pollutants, and noise, and in some cases has examined their combined action, confirming synergistic effects that exacerbate new or preexisting diseases. Furthermore, the implementation of Low Emission Zones (LEZ) displaces the most polluting traffic to already degraded peripheral areas, characterized by higher pollution, noise, reduced heat dissipation capacity, and poorer building quality. This facilitates pollutant infiltration into homes and worsens the health of the most vulnerable populations, particularly in contexts of energy and/or economic vulnerability, creating clear environmental inequity and a Climate Justice issue. THE HEALTH OF THE MOST VULNERABLE CITIZENS IS THEREFORE ADVERSELY AFFECTED BY URBAN CLIMATE CHANGE MITIGATION MEASURES because: (1) Climate Change poses a risk to public health, prompting strategies like LEZs to mitigate its effects; (2) the most polluting traffic is removed from city centres and concentrated in the peripheries, where more vulnerable citizens reside; (3) the built environment in these peripheral areas is often deficient, defining them as urban vulnerability zones; and (4) housing presents inadequate envelopes, energy systems, and habitability and health conditions that favour the entry of harmful contaminants linked to increased traffic.

The proposed methodology is based on the hypothesis that urban and architectural design influence people's health due to the transfer of harmful environmental pollutants into the interior of homes, exacerbating vulnerability in peripheral areas. Characterization of the built environment and housing conditions of the individuals in the sample allows for analysis of parameters such as housing envelope area, condition and type of exterior carpentry, thermal and acoustic insulation of facades, ventilation systems, and overall airtightness. These are combined with analysed values of environmental pollutants and their sources, identified through urban environment analysis, pollutant persistence conditions, and traffic patterns. Results show that peripheral urban areas concentrate dangerous levels of air pollutants (heat, contaminants and noise) that affects inhabitants health.

Keywords: health, urban mobility, urban design, resident vulnerability, construction conditions.

Evaluación integrada del riesgo climático para la salud humana en Andorra mediante indicadores de peligro, exposición, vulnerabilidad e imp
acto

Alexandre Quintana, Laura Trapero y Anna Albalat

Andorra Recerca + Innovació (AR+I)

aquintana@ari.ad; ltrapero@ari.ad; aalbalat@ari.ad

Resumen: El cambio climático está incrementando la frecuencia e intensidad de diversos peligros climáticos con impactos potenciales sobre la salud humana, especialmente en territorios de montaña con poblaciones vulnerables. En este contexto, el proyecto EVICC (Estudio de Vulnerabilidad e Impactos del Cambio Climático) ha identificado los principales factores climáticos que suponen un riesgo para la salud humana en el Principado de Andorra y desarrolla un marco metodológico para su caracterización y seguimiento, orientado a evaluar de forma integrada los riesgos climáticos asociados.

Este trabajo presenta el enfoque general adoptado en el proyecto para evaluar los riesgos climáticos en salud humana, basado en el marco conceptual del riesgo del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), que integra de manera coherente los componentes de peligro climático, exposición, vulnerabilidad e impacto. A partir de una revisión de la literatura científica y de la disponibilidad de datos a escala nacional, se han identificado los riesgos prioritarios asociados al estrés térmico, los fenómenos meteorológicos extremos, la calidad del aire y del agua, la presencia de vectores y la resiliencia de las infraestructuras sanitarias.

La metodología se fundamenta en la definición de un conjunto de indicadores armonizados para cada uno de los componentes del riesgo, utilizando datos meteorológicos, demográficos, ambientales y sanitarios procedentes de fuentes oficiales. El análisis se realiza principalmente a escalas anuales y en periodos temporales largos, lo que permite evaluar tendencias y cambios en el nivel de riesgo asociados al cambio climático. Como ejemplo de aplicación del flujo de trabajo metodológico, se presenta entre otros el riesgo asociado a la mortalidad por olas de calor y frío, que ilustra cómo la combinación de los distintos componentes del riesgo permite identificar colectivos especialmente expuestos y vulnerables, así como la evolución temporal de los impactos sanitarios.

Este trabajo proporciona una base científica sólida para el apoyo a la toma de decisiones en materia de adaptación y planificación sanitaria frente al cambio climático en Andorra, la región de los Pirineos con mayor densidad de población y que tiene que afrontar este reto como país adaptando políticas nacionales, así como respondiendo a los compromisos internacionales.

Palabras clave: cambio climático, salud humana, olas de calor, riesgo climático, vulnerabilidad

Evaluación del riesgo biometeorológico en España por situaciones de hipoxia e hiperoxia atmosférica

Benjamín Arroquia-Quadros[1], Ricardo Almendra[2], Angel Marqués-Mateu[3], Laura Sebastiá[3], Pablo Fdez-Arroyabe[4]

[1] Universidad Internacional de Valencia (UIV).
[2] Universidade de Coimbra (UC).
[3] Universidad Politécnica de Valencia (UPV).
[4] Universidad de Cantabria (UC).

barroquia@universidadviu.com; ricardoalmendra85@gmail.com; amarques@cgf.upv.es; lsebastia@dsic.upv.es; pablo.fdezarroyabe@unican.es

Resumen: El efecto de las condiciones meteorológicas en la salud humana ha sido estudiado desde diferentes perspectivas. La variación intradiaria o interdiaria de las condiciones atmosféricas también puede tener un efecto que exacerbe enfermedades críticas ligadas al sistema respiratorio o del aparato circulatorio. En estos contextos es donde los sistemas sanitarios pueden verse congestionados. El oxígeno es un elemento fundamental para el ser humano y la variación en cortos periodos de tiempo supone un estrés fisiológico que tiene un impacto directo especialmente en personas con patologías y vulnerables a condiciones de cambios extremos. La densidad de oxígeno en el aire (DOA) es una medida que puede ser modelada para capturar la variación de la exposición de oxígeno determinando condiciones de hipoxia e hiperoxia. El objetivo de este estudio es la cuantificación del efecto epidemiológico de la variación del DOA en 24 horas modelando el riesgo temporal y la distribución en el espacio. El análisis estadístico consiste en definir el riesgo de la variación del DOA y el tipo de variación lineal o no lineal con un análisis de retardo temporal de las provincias de España. El resultado consiste en obtener el riesgo global mediante un meta-análisis de las provincias donde se establece el riesgo conjunto y definir el efecto temporal de la exposición de las condiciones de hipoxia e hiperoxia atmosférica en la población.

Palabras clave: Biometeorología, salud, riegos, oxígeno.

Emulación del efecto de Isla de Calor Urbano mediante Redes Neuronales

Yaiza Quintana, Javier Diez-Sierra y Jose González-Abad

Instituto de Física de Cantabria (IFCA),
CSIC-Universidad de Cantabria, Santander, Spain.

yaizaqr@ifca.unican.es; javier.diez@unican.es; gonzabad@ifca.unican.es

Resumen: El objeto de esta investigación es desarrollar un emulador eficiente del fenómeno de la Isla de Calor Urbano (UHI) mediante el uso de Redes Neuronales Artificiales Convolucionales (ANNC). El estudio aborda la limitación actual de la mayoría de los modelos climáticos regionales para representar procesos urbanos dinámicos (urbanismo) debido a su elevado coste computacional. La hipótesis principal sostiene que una arquitectura de aprendizaje automático es capaz de replicar la huella urbana para diferentes escenarios de urbanización pudiendo integrar la evolución temporal de la morfología de las ciudades.

La metodología se basa en un enfoque híbrido que combina la modelización física con el uso de ANNC. Como fuentes principales, se emplean simulaciones de modelos regionales de la iniciativa CORDEX. Los modelos CORDEX proporcionan la base física necesaria al incorporar la respuesta de la huella urbana para diferentes morfologías. Estos datos se utilizan para entrenar y validar una ANNC diseñada para capturar la relación no lineal entre variables atmosféricas de gran escala, parámetros de superficie y la señal térmica de la UHI.

El objetivo principal es analizar la capacidad de estos métodos para reproducir de forma aproximada la huella del UHI y su variabilidad espacial y temporal. Este enfoque proporciona una metodología flexible y escalable para emular diferentes escenarios de urbanización en el contexto del cambio climático. De este modo, se promueve una planificación urbana resiliente, orientada a mitigar los efectos combinados del cambio climático y el crecimiento urbano acelerado.

Palabras clave: Isla de Calor Urbano (UHI), Redes Neuronales Artificiales Convolucionales, Dinámica de usos del suelo.

Vulnerabilidad y resiliencia al calor en ciudades del centro sur de Chile

Pablo Sarricolea[1] y Roberto Serrano-Notivoli[2]

[1] Departamento de Geografía y Centro de Ciencia del Clima y de la Resiliencia de la Universidad de Chile
[2] Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza

psarricolea@uchilefau.cl; roberto.serrano@unizar.es

Resumen: Se estudian ciudades del valle central de Chile, siendo ellas Rancagua (~34° S), Curicó (~35° S) y Chillán(~36,6° S). Ellas experimentan altas temperaturas estivales y olas de calor cada vez más frecuentes, en un contexto de expansión urbana y limitadas amenidades a escala barrial. Ellas poseen, además, climas mediterráneos cálidos, urbanización difusa y condiciones socioeconómicas heterogéneas que incrementan la exposición y sensibilidad al calor urbano.

Este trabajo desarrolla un análisis integrado de vulnerabilidad y resiliencia al calor, replicando y adaptando la metodología del Heat Vulnerability Index (HVI). La vulnerabilidad al calor integra exposición térmica, sensibilidad sociodemográfica y capacidad adaptativa, permitiendo identificar patrones intraurbanos de mayor riesgo, en concordancia con evidencias previas para ciudades chilenas y latinoamericanas. Complementariamente, el estudio incorpora el enfoque de resiliencia al calor, inspirado en el Heat Resilience Index (HRI), el cual permite evaluar más allá del calor, sino también la capacidad de las comunidades urbanas para resistir, adaptarse y recuperarse frente a eventos extremos. Este enfoque introduce dimensiones clave como acceso a infraestructura de salud, estructura urbana, cobertura vegetal estacional, equipamiento urbano y condiciones socioeconómicas, avanzando hacia propuestas orientadas a la planificación.

La articulación entre HVI y HRI permite identificar territorios doblemente críticos, es decir, áreas con alta exposición y sensibilidad al calor, pero con baja resiliencia estructural y social. Se hipotetiza que existe coincidencia de barrios de expansión reciente, vivienda social y campamentos con sectores con escasa infraestructura verde y azul, reproduciendo patrones de injusticia climática urbana similares a los observados en otros contextos urbanos.

En conjunto, este enfoque integrado busca aportar evidencia científica para una planificación urbana sensible al clima, orientada no solo a mitigar el calor, sino también a fortalecer la resiliencia comunitaria, mediante estrategias como infraestructura verde y azul, refugios climáticos urbanos, mejora del espacio público y focalización territorial de políticas de adaptación. De este modo, el estudio contribuye a ampliar el debate sobre vulnerabilidad y resiliencia térmica en ciudades intermedias del centro-sur de Chile, tradicionalmente menos estudiadas que las grandes metrópolis, pero crecientemente expuestas a los impactos del cambio climático.

Palabras clave: Olas de calor, resiliencia, temperaturas de emisión superficial, vulnerabilidad

Enhancing Urban Heat Early Warning Systems Through In Situ Observations. Case Study: Iași City, Romania

Maria-Julia Petre[1], Adina-Eliza Croitoru[1], Lucian Sfica[2,] Pavel Ichim[2]; Robert, Hritac3; Claudiu, Cretu[3]; Zsolt, Magyari-Saska[4]; Csaba, Horvath[5]

[1]Babes-Bolyai University, Faculty of Geography, Doctoral School of Geography
[2]Alexandru Ioan Cuza University of Iași, Faculty of Geography and Geology, Department of Geography
[3]Doctoral School of Geoscience, Alexandru Ioan Cuza University of Iasi
[4]Babes-Bolyai University, Faculty of Geography, Department of Geography in Hungarian
[5]Babes-Bolyai University, Faculty of Geography, Department of Physical and Technical Geography/Research Center for Sustainable Development

maria.petre@ubbcluj.ro; adina.croitoru@ubbcluj.ro; lucian.sfica@uaic.ro; pavel.ichim@uaic.ro; robert.hritac@gmail.com; cretuclaudiu861@yahoo.com; zsolt.magyari@ubbcluj.ro; csaba.horvath@ubbcluj.ro

Abstract: Urban heat exposure is strongly influenced by local land-use characteristics and the urban heat island effect, which may not be adequately captured by standard meteorological observations. This study investigates the spatio-temporal distribution of maximum air temperature and the temperature-humidity index in Iași, Romania, using data collected from an urban climate monitoring network during 2022–2025. The network comprises 14 measurement points distributed across the city, covering most Local Climate Zone types identified in Iași. Observations from the urban network were compared with datasets recorded at the official World Meteorological Organisation weather station operated by the Romanian National Meteorological Administration. The results reveal systematically higher maximum temperature and Temperature-Humidity Index values within the urban area, with significant increases in various urban tissues, particularly in the central mid-rise compact urban fabric, compared to the WMO reference station up to 5 °C/4 units. Pronounced spatial and temporal variability in thermal conditions was observed, highlighting the influence of urban morphology and surface characteristics on heat stress patterns. These findings indicate that reliance on a single, non-urban reference station may underestimate heat exposure in densely built environments and lead to missed heat warnings. The study underscores the need for early warning systems for heat that explicitly account for urban heat island effects and intra-urban thermal variability to improve the relevance and effectiveness of heat-related climate services based on in situ measurements.

Keywords: heat stress, urban heat early warning, maximum temperature, temperature-humidity index.

Plan de Adaptación al Cambio Climático de Santander: un recurso para la reducción de las desigualdades urbanas

Laura Asensio Martínez[1], Lourdes Galindo Delgado[1], Francisco García Sánchez[2] y Cecilia Ribalaygua[2]

[1] Escuela de Doctorado (EDUC); Universidad de Cantabria;
[2] Dpto. de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio; Universidad de Cantabria

laura.asensio@alumnos.unican.es; lourdes.galindo@alumnos.unican.es; franciscojose.garcia@unican.es; cecilia.ribalaygua@unican.es

Resumen: Son numerosos los ejemplos existentes de la aplicación de medidas de adaptación urbana al cambio climático cuya implementación ha fracasado debido a la falta de integración de criterios ambientales, sociales y económicos. Gracias a la experiencia acumulada en los últimos decenios en la gestión de riesgos climáticos, y dado que, en un escenario de alta incertidumbre comenzamos a reconocer posibles futuros impactos, las políticas de adaptación urbana relacionadas con la salud se están reformulando, incorporando de forma preferente el análisis de exposición y vulnerabilidad social.

El Plan de Adaptación al cambio climático de la ciudad de Santander (España) elaborado dentro del proyecto Santander Capital Natural (2023-2025), incorpora de manera directa las condiciones de vulnerabilidad social en el estudio de riesgos climáticos. En combinación con los mapas generados de exposición a las diversas amenazas de cambio climático y a partir de diversas fuentes oficiales, en especial el último censo de población y vivienda accesible desde 2023, se ha construido una base cartográfica a nivel de sección censal que permite detectar los ámbitos urbanos con un elevado riesgo. Un conjunto de indicadores distribuidos en tres ámbitos, características socio-económicas, condiciones materiales y condiciones medioambientales, permiten detectar las secciones censales con mayor grado de vulnerabilidad dentro del municipio.

A partir de la identificación de los sectores urbanos más vulnerables, se desarrolla como resultado final del Plan un grupo específico de medidas de adaptación englobadas en la meta denominada Salud. Una parte importante de esta meta es reducir el riesgo de la población más sensible a las temperaturas extremas, como los ancianos, los niños pequeños y las personas con enfermedades crónicas. La implementación de programas de concienciación y prevención favorece la identificación y protección de grupos vulnerables, y la provisión de servicios de salud adecuados durante eventos climáticos adversos para estos sectores urbanos con mayores niveles de riesgo. La meta Salud busca fortalecer la capacidad de respuesta y adaptación de la estructura urbana frente al cambio climático, reduciendo las desigualdades mediante la implementación de medidas de control y seguimiento del clima, la preparación para eventos climáticos extremos y la identificación y protección de grupos vulnerables.

Palabras clave: Adaptación, Cambio Climático, Exposición, Vulnerabilidad, Santander

Relación entre ingresos hospitalarios y calidad del aire en Tenerife en el periodo 2010-2024

Patricia González Edel[1], Perla García Morales[2], Itahisa Marcelino Rodríguez[3], Víctor García Tagua[3]

[1] Programa de Doctorado en Ciencias Médicas y Farmacéuticas, Desarrollo y Calidad de Vida. Universidad de La Laguna (ULL). San Cristóbal de La Laguna, Tenerife. España. Gerencia de Atención Primaria. Servicio Canario de Salud (SCS). Santa Cruz de Tenerife, España. Unidad de Investigación del Hospital Universitario Nuestra Señora de La Candelaria. SCS. Santa Cruz de Tenerife, España
[2] Grado en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de La Laguna (ULL). San Cristóbal de La Laguna, Tenerife, España
[3] Área de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de La Laguna (ULL), San Cristóbal de La Laguna, Tenerife, España. Instituto de Tecnologías Biomédicas. ULL. San Cristóbal de La Laguna, Tenerife. España.

alu0100569544@ull.edu.es; alu0101411149@ull.edu.es; imarceli@ull.edu.es; vgarciat@ull.edu.es

Resumen: El cambio climático constituye una amenaza para la salud pública. El clima y la calidad del aire mantienen una relación bidireccional que influye en la salud. El aumento de las temperaturas, las intrusiones de polvo sahariano, los incendios forestales y los episodios de calor extremo incrementan la exposición a contaminantes como son el ozono (O_3), el dióxido de nitrógeno (NO_2), y las partículas PM2,5 y PM10, con potencial impacto sobre la salud de la población. Canarias presenta características geográficas y demográficas singulares, como la sobrepoblación, la recurrencia de olas de calor, los episodios de calima y la exposición a fenómenos naturales extremos, lo que lo convierte en un escenario idóneo para estudiar la relación entre clima, contaminación atmosférica y salud. El objetivo de este estudio es monitorizar los contaminantes O_3, NO_2, PM2,5 y PM10 y analizar su relación con los ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias, cardiacas y por cáncer de pulmón (CP) en la población residente de la isla de Tenerife. Se plantea un estudio ecológico de series temporales con el día como unidad de análisis en los años 2010 a 2024 en la isla de Tenerife. Los ingresos hospitalarios diarios de urgencia por causas respiratorias, cardiovasculares y CP en residentes de Tenerife se obtuvieron del Instituto Canario de Estadística (ISTAC) del Gobierno de Canarias. Las concentraciones diarias de PM2,5, PM10, NO_2 y O_3 proceden de la Red de Control y Vigilancia de la Calidad del Aire de Canarias, y las variables meteorológicas de la Agencia Estatal de Meteorología. Los resultados sugieren asociaciones positivas entre incrementos de los contaminantes y un aumento de los ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias y cardiovasculares, así como un posible incremento de los ingresos por cáncer de pulmón, especialmente durante episodios de calor extremo y eventos de intrusión de polvo sahariano. El aumento de los ingresos hospitalarios podría traducirse en un incremento de la mortalidad asociada.
Este estudio pretende aportar evidencia sobre la influencia del clima y la contaminación atmosférica en los ingresos hospitalarios y la mortalidad, contribuyendo a una mejor comprensión de su impacto sobre la salud de la población canaria.

Palabras clave: cambio climático, contaminación del aire, calidad del aire, material particulado, salud pública, Canarias.

Enhancing the Effectiveness of Extreme Weather Alerts for Health Protection: A Structural Equation Modelling Approach

Yen E. Lam González[1], Aythami Santana Padrón[2], Matías M. González Hernández[1]

[1] Instituto de Turismo y Desarrollo Sostenible TIDES-ULPGC
[2] Departamento de Análisis Económico Aplicado-ULPGC

yen.lam@ulpgc.es;aythami.santana@ulpgc.es; matiasmanuel.gonzalez@ulpgc.es

Abstract: The health impacts of adverse weather events on population morbidity and mortality have evolved under the influence of two opposing dynamics. Climate change has increased the frequency, intensity, and duration of extreme weather events, expanding exposure to health risks. At the same time, advances in early warning systems and improvements in prevention and response strategies have strengthened population-level adaptive capacities, partially offsetting the growing hazard. In particular, in relation to increasingly severe heatwaves and episodes of degraded air quality caused by dust intrusions or calima, the expansion of information systems and enhanced preparedness have contributed to reversing previously rising mortality trends.

Despite these gains, significant challenges remain. Vulnerable population groups continue to exhibit adaptive behaviours that are insufficient to ensure effective protection during extreme weather events. This persistent vulnerability reflects a combination of factors related to both the design and communication of warning messages and the sociodemographic, cognitive, and psycho-emotional characteristics prevalent within these groups. Enhancing the effectiveness of weather alerts therefore requires a deeper understanding of the barriers that inhibit protective behaviour, as well as the identification of improvements in alert content, framing, and dissemination capable of activating adaptive responses.

This study develops a structural equation model that specifies an integrated architecture of observed and latent variables to explain the determinants of adaptive behaviour among vulnerable populations exposed to extreme heat and poor air quality episodes. The model enables the simultaneous analysis of risk perception, perceived response capacity, alert characteristics, and contextual individual factors, offering a comprehensive framework to understand how warning systems translate into health-protective actions. The findings provide evidence-based guidance for optimizing the design, communication, and evaluation of adverse weather alerts. The model identifies key leverage points through which improvements in alert systems can most effectively enhance both effectiveness—measured by reductions in morbidity and mortality—and efficiency, defined as the cost of achieving these health outcomes. Robust qualitative validation confirmed the relevance of the selected constructs, the plausibility of the proposed causal pathways, and the suitability of the model for the specific characteristics and needs of vulnerable populations.

Keywords: Extreme weather; early warning systems; adaptive behaviour; vulnerable populations; structural equation modelling.

Neuroscience-Informed Design of Extreme Weather Alerts to Enhance Health-Protective Behaviours

Aythami Santana Padrón[1], Patricia Picazo Peral[2], María Manuela González Serrano[1], Matías M. González Hernández[3]

[1] Departamento de Análisis Económico Aplicado ULPGC
[2] Laboratorio Emotur TIDES-ULPGC
[3] Instituto de Turismo y Desarrollo Sostenible TIDES-ULPGC

aythami.santana@ulpgc.es; marianela.gonzalez@ulpgc.es; patricia.picazo@ulpgc.es; matiasmanuel.gonzalez@ulpgc.es

Abstract: Extreme weather events associated with climate change — particularly heatwaves and other high-impact meteorological hazards — are increasing in frequency and intensity, posing significant risks to public health, especially among vulnerable populations. While early warning systems have improved in forecasting accuracy, their effectiveness ultimately depends on whether individuals adopt protective behaviors. However, traditional approaches to evaluating alert communication rely predominantly on self-reported data (e.g., surveys and focus groups), which may fail to capture implicit cognitive and emotional processes that shape real-world behavior.

This study proposes a neuroscience-informed and mixed-methods framework for the design and evaluation of extreme weather health alerts aimed at enhancing behavioral effectiveness. The operational model integrates three key dimensions: (1) message content and framing, (2) communication channel, and (3) perceived credibility of the source. The framework combines explicit quantitative measures (self-reported comprehension, perceived relevance, behavioral intention), qualitative methods (semi-structured interviews and think-aloud protocols to explore message interpretation and perceived barriers), and implicit psychophysiological indicators (e.g., attention, emotional arousal, cognitive load). This triangulated approach allows for a more comprehensive understanding of how alerts are processed and translated into adaptive behavior.

As a proof-of-concept, the framework is tested in a pilot study in Gran Canaria (Spain), in collaboration with primary healthcare professionals. The pilot involves 20–30 patients recruited through primary care centers, ensuring diversity in clinical profiles (including COPD, cardiovascular and other respiratory conditions) as well as socioeconomic backgrounds. Alternative alert designs is experimentally evaluated, and qualitative feedback is systematically analyzed to assess their capacity to increase perceived personal relevance, trust in the source — particularly when linked to primary care physicians — and intention to adopt adaptive health-protective behaviors during extreme heat events.
Drawing on interdisciplinary research in climate risk communication, behavioral science, qualitative inquiry, and neurocognitive methods, this contribution advances a territorially grounded and transferable methodology for strengthening the behavioral impact of early warning systems. By integrating neuroscientific tools with qualitative insight and testing them in a real primary care context, the study

provides an applied framework to enhance public health resilience in climate-vulnerable territories. We conclude that applied neuroscience offers a promising framework for enhancing weather warning communication, potentially contributing to improved behavioral responses and reduced health impacts associated with extreme weather events.

Keywords: Extreme weather, alerts effectiveness, adaptive behaviour, emotions, neuroscience

Incendios forestales como factor de alteración de la calidad del aire en Madrid durante el verano de 2025

Daniel Gonzalo Alonso, Elena Boldo Pascua y Consuelo Garrastazu Díaz

Subdirección General de Salud Pública-Madrid Salud-Ayuntamiento de Madrid

gonzaload.ext@madrid.es; boldope@madrid.es; garrastazudmc@madrid.es.

Resumen: Los efectos ambientales y económicos de los incendios forestales han sido ampliamente analizados. Sin embargo, su influencia sobre la calidad del aire en entornos urbanos y la salud pública continúa siendo un campo de investigación con importantes lagunas de conocimiento. Durante el verano de 2025 se produjeron varios incendios forestales en las proximidades de la ciudad de Madrid (España), lo que motivó la realización del presente estudio. El objetivo principal fue evaluar el impacto de estos episodios sobre la calidad del aire en el entorno urbano madrileño, identificando posibles incrementos en los niveles de contaminación atmosférica atribuibles a las emisiones procedentes de los incendios forestales y analizando el papel de las condiciones meteorológicas en la dispersión de los contaminantes.

El estudio se basó en el análisis de los datos procedentes de la red municipal de vigilancia de la calidad del aire de Madrid. Se consideraron las concentraciones de PM2.5, PM10 y benceno, por ser contaminantes representativos de los procesos de combustión de biomasa y por sus contrastados efectos negativos sobre la salud humana. Asimismo, se analizaron las variables meteorológicas registradas durante los episodios de incendios forestales, en particular la velocidad y la dirección del viento, así como el desplazamiento de las partículas y las masas de aire, obtenidas a partir de los datos facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA).

Los resultados mostraron que tres de los incendios analizados generaron incrementos significativos en las concentraciones de los contaminantes considerados, alcanzándose niveles potencialmente perjudiciales para la salud pública, registrándose de manera puntual en la ciudad concentraciones promedio de PM2.5 y PM10 de 143 µg/m3 y de 4 µg/m3 de benceno. Estos aumentos se observaron de forma coincidente con determinadas configuraciones meteorológicas que favorecieron el transporte de las emisiones hacia Madrid. En este sentido, la velocidad y la dirección del viento resultaron factores determinantes en la magnitud y distribución espacial de los episodios de contaminación registrados. Los resultados obtenidos refuerzan la consideración de los incendios forestales como un riesgo emergente para la salud pública.

Palabras clave: calidad del aire, clima urbano, salud pública, incendios forestales.

Saharan dust entering indoors prompts quick oxidative stress and inflammation of the respiratory airways

Jessica López-Darias[1], Alberto Domínguez-Rodríguez[2,3,4], Ibtissem Belbachir[1], Gorka Villena-Armas[1], Pedro Abreu-Gonzalez[5], Jon Vilches[6], Daniel Hernández-Vaquero[7,8], Sergio Rodríguez[1]

[1]Group of Atmosphere, Aerosols and Climate, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, IPNA CSIC, Tenerife, Canary Islands, Spain.
[2]Department of Internal Medicine, Department of Cardiology, Universidad de La Laguna, Hospital Universitario de Canarias, Tenerife, Spain.
[3]Instituto de Investigación Sanitaria de Canarias, Tenerife, Spain.
[4]Centro de Investigación Biomédica en Red Enfermedades Cardiovasculares (CIBERCV), Madrid, Spain.
[5]Department of Basic Medical Sciences, Physiology Unit, Universidad de La Laguna, Tenerife, Spain.
[6]Department of Pollution Control and Prevention, Government of the Canary Islands, Las Palmas de Gran Canaria, Spain.
[7]Instituto de Investigación Sanitaria del Principado de Asturias, Oviedo, Spain.
[8]Department of Cardiac Surgery, Hospital Universitario Central de Asturias, Oviedo, Spain.

j.lopez.daria@csic.es

Abstract: Saharan desert dust represents an increasing environmental hazard. During these events, concentrations of respirable particulate matter smaller than 10 microns (PM10) may largely exceed World Health Organization (WHO) guideline values, affecting not only outdoor air quality outdoors, but also indoor environments, where vulnerable populations spend most of their time. However, most epidemiological evidence relies primarily on outdoor monitoring data, which may potentially underestimate actual human exposure indoors.

We investigated the impact of the Saharan desert dust penetrating indoors on the inflammation of airways and oxidative stress in patients with stable chronic heart failure. Concentrations of PM10 were monitored outdoors and indoors into the houses of the 40 patients participating in the study. Saharan dust events were studied with MERRA2 model. Every week we collected a sputum sample of each patient for determining the concentrations of biomarkers of oxidative stress and inflammation in the respiratory airways (IL-8, MDA, MMP-9, TGF-ß1, CRP). We found that 50 to 70% of the desert dust present in outdoors ambient air penetrates into the houses, leading to high PM10 concentrations indoors, within the range 100 – 350 µg/m3. The mixed regression models show that exposure to indoor PM_{10} levels ≥ 90 µg/m3 during Saharan dust episodes is associated with a significant and acute increase in the concentrations of inflammatory and oxidative stress biomarkers on the first day after exposure: IL-8 (+ 6.9 ng/gwt, p=0.032), MDA (+ 1.3 nmol/gwt, p=0.014), MMP-9 (+ 222.4 ng/gwt, p=0.09), TGF-ß1 (+ 4.1 ng/gwt, p=0.058), and CRP (+ 2 ng/gwt, p=0.02), followed by a sharp decline in subsequent days.

This study shows that the inflammation and oxidative stress occurs at concentrations higher than 90 µg/m3, a value much higher than the 45 µg/m3 of the WHO guidelines and the new European air quality directive. Moreover, these effects disappear after the first days of exposure.

Keywords: Saharan dust, indoor PM10, climate change, respiratory health, oxidative stress, climate risks.

Population exposure to temperature extremes in Spain: a population-weighted framework for analysing spatial and social disparities

Dariya Ordanovich[1], Ana Casanueva[2] y Diego Ramiro[1]

[1] Institute of Economy, Geography and Demography, Spanish National Research Council (CSIC), Madrid, Spain
[2] Applied Mathematics and Computer Sciences Department, University of Cantabria, Santander, Spain

dariya.ordanovich@csic.es; diego.ramiro@csic.es; ana.casanueva@unican.es

Abstract: Population exposure to temperature extremes is a key dimension of climate risk assessment, yet it is often approximated using area-averaged climate indicators that overlook the spatial distribution and socioeconomic composition of the population. This can lead to biased representations of thermal exposure, particularly in areas with strong urban concentration and social heterogeneity. The purpose of this research is to develop population-weighted exposure indicators for Spain and evaluate the magnitude, spatial concentration, and social differentiation of exposure to heat and cold extremes over time. The analysis is guided by three hypotheses. First, population-weighted exposure indicators diverge from area-averaged metrics, leading to systematic under/overestimation of thermal exposure. Second, higher levels of population exposure to temperature extremes are observed in urban and densely populated areas, reflecting both population concentration and higher temperatures associated with urban heat island effects. Third, socioeconomic inequalities in exposure are more pronounced in urban contexts, where population density and social stratification generate uneven exposure to extreme temperatures. The daily gridded climate data are integrated with high-resolution historical population rasters, reconciled with official population totals from the National Institute of Statistics through time-varying scaling. Daily population interpolation ensures alignment with climate records, and administrative units are assigned using population shares. The workflow is implemented with ERA5-Land data and a Spain-wide 2.5 km daily climate grid, covering several decades from the early 1950s onward. In recent periods, detailed socioeconomic data at fine spatial scales allow exposure indicators to be linked to social characteristics within the same framework.

Results indicate that population-weighted exposure estimates diverge from area-based indicators, particularly for heat-related metrics, and that national exposure patterns are strongly shaped by Spain's highly uneven population distribution, with dense urban and coastal concentrations and sparsely populated interior regions. The framework further reveals internal heterogeneity within administrative units, identifying spatial and social contrasts in exposure obscured by aggregated averages. These findings highlight the value of population-aware, distribution-sensitive approaches for climate exposure assessment, supporting their relevance for adaptation and public health planning.

Keywords: Population-weighted exposure, temperature extremes, urban heat island, socioeconomic inequality

Cambio climático y elevación del nivel del mar impulsan la expansión de Aedes caspius en el litoral de Tenerife: un nuevo escenario detectado gracias a la ciencia ciudadana

Irene Serafín Pérez[1,2,3], Sara Rodríguez Camacho[1], Beatriz Yanes Manrique[1], Víctor González Alonso[1], Wendy Rodríguez Dorta[1], Antonio del Castillo Remiro[1,2], José Fernando Díaz Flores[4], Jacob Lorenzo Morales[1,2,3], Carolina Fernández Serafín[1,2,3]

[1] Instituto Universitario de Enfermedades Tropicales y Salud Pública de Canarias (IUETSPC), Universidad de La Laguna (ULL), Avenida Astrofísico Francisco Sánchez S/N. Campus de Anchieta, San Cristóbal de La Laguna, España.
[2] Departamento de Obstetricia y Ginecología, Pediatría, Medicina Preventiva y Salud Pública, Toxicología, Medicina Legal y Forense y Parasitología, Universidad de La Laguna, Avenida Astrofísico Francisco Sánchez S/N. Campus de Anchieta, San Cristóbal de La Laguna, España.
[3] CIBER de Enfermedades Infecciosas, Instituto de Salud Carlos III, C/ Monforte de Lemos 3-5. Pabellón 11. Planta 0, 28029 Madrid, España.
[4] Dirección General de Salud Pública del Servicio Canario de Salud del Gobierno de Canarias. Rambla Santa Cruz,53. 38006 Santa Cruz de Tenerife, España.

ireneser@ull.edu.es

Resumen: El cambio climático está transformando aceleradamente los ecosistemas costeros, especialmente mediante el aumento del nivel del mar, la intrusión marina y la salinización progresiva de humedales. Esto genera nuevos cuerpos de agua salobre, hábitat favorable para el desarrollo larvario de mosquitos vectores como Aedes caspius, especie halotolerante característica de marismas intermareales. En Europa, esta especie ha mostrado un aumento reciente en su distribución, lo que sugiere una posible relación con los cambios ambientales asociados a la elevación del nivel del mar. En Canarias, un incremento de notificaciones ciudadanas por picaduras en el sur de Tenerife ha permitido detectar la proliferación local de esta especie, siendo crucial entender qué factores pueden estar afectando a la expansión local de esta especie. Dadas las particularidades en los ambientes de cría de Aedes caspius, el objetivo de este trabajo fue evaluar si la elevación del nivel del mar y la consiguiente creación de hábitats salobres pueden estar favoreciendo la expansión y actividad de esta especie en Tenerife, integrando datos de distribución, información ambiental y ciencia ciudadana. Se analizaron los mapas de distribución elaborados por VectorNet–EFSA/ECDC, identificando posibles patrones de expansión espacial. Paralelamente, se revisó Literatura científica sobre salinización costera, intrusión marina y ecosistemas intermareales vinculados al cambio climático. Se emplearon como indicador indirecto de presencia y actividad creciente de la especie en zonas litorales de Tenerife las notificaciones por picaduras remitidas en los últimos años al correo de vectores de la Dirección General de Salud Pública del Gobierno de Canarias. Los datos de VectorNet muestran una expansión progresiva de Aedes caspius en Europa durante el periodo analizado. En Tenerife, las notificaciones ciudadanas evidencian un marcado incremento de episodios de picaduras en áreas costeras susceptibles a procesos de salinización. La revisión ambiental respalda que la elevación del nivel del mar está generando condiciones favorables para mosquitos halófilos, coherentes con la expansión local observada.

La combinación de salinización litoral inducida por el cambio climático y la ecología halotolerante de Aedes caspius podría estar impulsando su expansión en el litoral de Tenerife. La ciencia ciudadana constituye una herramienta valiosa para la detección temprana del riesgo vectorial. Es crucial realizar estudios multidisciplinares que aúnen muestreos entomológicos y datos ambientales para desarrollar modelos predictivos de riesgo.

Este trabajo ha sido respaldado por el actual Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social y la Conserjería de Sanidad del Gobierno de Canarias.
Carolina Fernández Serafín e Irene Serafín Pérez están financiadas por el Cabildo Insular de Tenerife 2023-2028 PROYECTO CC20230222, CABILDO.23

Palabras clave: elevación del nivel del mar, humedales costeros, mosquitos halófilos, ciencia ciudadana, Aedes caspius

Comparación de las olas de calor 2023-2024 mediante indicadores bioclimáticos en seis zonas climáticas locales de la ciudad de Xalapa (México)

Adalberto Tejeda-Martínez[1], Aranza E., Baruch-Vera[2] y Irving R., Méndez Pérez[3]

[1] Grupo de Climatología Aplicada de la Universidad Veracruzana, 91090 Xalapa, Veracruz, México.
[2] Maestría en Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana, 91090 Xalapa, Veracruz, México.
[3] Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana, 91090 Xalapa, Veracruz, México.

atejeda.martinez@gmail.com

Resumen: Durante los años 2023 y 2024 se registraron olas de calor que afectaron amplias zonas de México. El presente trabajo evalúa el comportamiento de esas olas en la ciudad de Xalapa (19°31′52″N, 96°54′57″O, aproximadamente 1400 msnm, temperatura media anual de 19 °C y precipitación media anual de 1400 mm). Las olas de calor fueron identificadas con el criterio de cinco días consecutivos en que las temperaturas diarias superen el percentil 90, aplicado a la temperatura máxima (28.4 °C) para las olas diurnas y a las temperaturas mínimas (17.4 °C) para las olas nocturnas. Se denominaron como circadianas o compuestas cuando se superaron los umbrales térmicos durante el día y durante la noche. Se utilizaron datos de temperatura horarios de seis estaciones meteorológicas, tres urbanas y tres suburbanas. Las olas de calor se evaluaron a partir de los diarios y horarios de temperatura ambiente y con tres indicadores bioclimáticos: el exceso del índice Humidex sobre el valor del Humidex preferente, el margen de la temperatura de bulbo húmedo debajo del valor crítico para el enfriamiento por sudoración, y el vapor perdido por respiración. Durante el periodo de estudio se detectaron siete episodios de calor (olas diurnas, nocturnas o circadianas). Se encontró que la intensidad de las olas medida en función de la temperatura y a partir del Humidex, fue mayor durante la fase diurna en las estaciones suburbanas, mientras que las olas nocturnas fueran más intensas en las urbanas. Estacionalmente, las olas diurnas dominan al inicio y las circadianas a mediados de la primavera, y las nocturnas hacia finales del verano. El margen debajo de la temperatura de bulbo húmedo crítica descendió al inicio y mitad de la mayoría de los episodios, acercando a las estaciones al umbral fisiológico y por lo tanto, a condiciones en las que la sudoración disminuye su efectividad para enfriar. Por su parte, el vapor perdido por respiración mostró una relación inversa con la humedad absoluta, indicando una mayor deshidratación ante un evento de ola de calor.

Palabras clave: olas de calor, bioclima humano, urbanización, México.

Exposición al calor diurno y nocturno y mortalidad: un análisis multicéntrico utilizando datos de temperatura horaria.

Dominic Royé[1], Valentina Chiminazzo[2], Aurelio Tobías[3], Carmen Iñiguez[2] y MCC Collaborative Research Network

[1] Misión Biológica de Galicia (MBG) – Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), España
[2] Department of Statistics and Computational Research. Universitat de València, València, Spain
[3] Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Barcelona, España.

droye@mbg.csic.es

Resumen: El aumento de temperaturas extremas durante el día y la noche plantea un desafío creciente para la salud pública en el contexto del cambio climático. Aunque se ha avanzado en la comprensión del impacto de las noches cálidas, el calor diurno representa un componente igualmente relevante que puede intensificar la carga térmica acumulada y el riesgo para la población. Este estudio explora la relación entre el exceso y la duración del calor durante las horas diurnas y la mortalidad en la estación cálida, considerando además cómo estas métricas se combinan con las características nocturnas. Se emplearon modelos de series temporales y enfoques de meta-análisis para estimar asociaciones en múltiples ubicaciones globales, ajustando por factores como humedad y temperaturas nocturnas. Los resultados sugieren que un mayor exceso y una mayor duración del calor diurno se asocian con un incremento del riesgo de mortalidad, complementando la evidencia sobre el impacto específico de las noches cálidas. Asimismo, se investiga la proporción relativa entre la contribución del día y la noche, una cuestión que sigue sin resolverse y que resulta clave para diseñar estrategias integradas de adaptación y prevención frente a olas de calor.

Palabras clave: días cálidos, noches cálidas, mortalidad, exposición al calor, cambio climático

Future health and economic impacts of extreme heat on older adults: a subnational analysis for Europe

Ane Loroño[1], Elisa, Sainz de Murieta2 y Anil Markandya[1]

[1] BC3 Basque Centre for Climate Change
[2] EHU, BC3 Basque Centre for Climate Change;

ane.lorono@bc3research.org; elisa.sainzdemurieta@bc3research.org; anil.markandya@bc3research.org

Abstract: Climate change is increasing the frequency and intensity of heatwaves in Europe, with growing consequences for public health and economic systems, particularly among older populations. This study assesses the health and economic impacts of extreme heat on adults aged 65 and over across 27 European countries at the subnational level (331 NUTS3 regions), under four combined socioeconomic and climate scenarios (SSP–RCP) for 2030, 2050, and 2070.

Health impacts are estimated using Eurostat mortality data and temperature-related relative risk functions derived from CMIP6 climate models, while morbidity is inferred from empirical relationships between excess mortality and healthcare demand, distinguishing emergency visits, hospital admissions, and outpatient care. Economic valuation combines the Value of a Statistical Life (VSL), the Value of a Life Year Lost (VOLY), direct medical costs, and willingness-to-pay (WTP) estimates, adjusted for inflation and regional GDP.

Results indicate that annual heat-related deaths could nearly double by 2030 compared to the reference period (1995–2015), exceeding 150,000, and rise to over 436,000 by 2070 under a high-emissions scenario. The associated economic costs of mortality are estimated at around USD 0.8 trillion in 2030 and up to USD 5.5 trillion by 2070, corresponding to nearly 10% of European GDP. Although morbidity costs are smaller, they increase in the long term and are largely driven by hospitalizations. The difference between strong mitigation and high-emission scenarios amounts to up to USD 3.6 trillion per year in avoided mortality costs by 2070.

The study reveals a substantial gap between future pathways. While differences are modest in 2030, they become pronounced by 2070, indicating that the benefits of climate mitigation mainly materialize in the long term and underscoring the urgency of early action. Without mitigation, high-emission pathways project a health burden that raises serious concerns about the long-term capacity of healthcare systems to sustainably absorb rising demand, particularly in ageing societies.

Keywords: Heat-related Mortality, Heat-related Morbidity, Economic Valuation, Projections, People over 65.

Patrones de precipitación y temperatura en Xalapa, Veracruz. (México), ciudad con un crecimiento urbano acelerado.

Carlos M., Welsh-Rodríguez[1], Katia Fernández-González[2], Sarhay Vazquez Melendez[2] y Carolina A. Ochoa-Martinez[3]

[1] Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana
[2] Maestría en Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana
[3] Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana

cwelsh@uv.mx; zS24019469@estudiantes.uv.mx; zS24019467@estudiantes.uv.mx.; caochoa@uv.mx.

Resumen: El crecimiento urbano en la ciudad de Xalapa, Veracruz (México) ha sido motivo de estudio, reflexión y análisis desde diversas áreas tales como urbanismo, ecología, historia y geografía. Todos coinciden en que el impacto de dicho crecimiento ha alterado el clima local. El objetivo del presente trabajo es evaluar los posibles efectos de los cambios en la precipitación y la temperatura de la ciudad, utilizando datos de la nueva red de monitoreo del ayuntamiento de Xalapa. Dicha red se ha desarrollado con una colaboración de diferentes instituciones, se estableció en 2021 y cuenta con 5 años de información, registra cada 10 minutos datos y son 6 estaciones en la ciudad.

Para la temperatura, se evaluó la intensidad de la isla de calor urbano (UHI), mientras que para la precipitación se utilizó el índice de concentración de la precipitación (ICP). Es conveniente señalar que la topografía de la ciudad y su crecimiento son factores muy importantes que inciden en el clima local. Bajo el supuesto de la existencia térmica urbana y periurbana (con una vegetación no fragmentada y mínima urbanización), en donde se encontraron temperaturas más bajas, mientras que, en el espacio urbano con alta densidad constructiva y menor cobertura vegetal, se observó un incremento, con valores urbanos de diferencias nocturnas que oscilaron entre 1.7 y 2.5 °C. Mientras que, durante el día se redujeron a valores menores de 1.4 °C, confirmando que el calentamiento nocturno es el fenómeno más robusto y consistente en diferentes zonas de la ciudad.

Para la precipitación se observó que, durante el verano, con acumulados superiores a 600 mm, hay valores más bajos de ICP, indicando lluvias abundantes pero distribuidas de manera uniforme, mientras que, para el invierno y la primavera, se registraron precipitaciones bajas, pero altamente concentradas, reflejando eventos intensos en pocos días, con potencial de escorrentías rápidas e inundaciones severas. Además, hubo episodios donde la precipitación estacional ocurrió en un lapso de 24hr, generando afectaciones graves a la población y a la ciudad. Estos resultados parecen relacionarse a la discusión de que el cambio y transformación urbana de Xalapa han contribuido a la modificación de los patrones de temperatura y precipitación de la ciudad, ahora caracterizado por noches más cálidas y un régimen de lluvias con eventos extremos concentrados, condiciones que incrementan la vulnerabilidad urbana.

Palabras clave: Crecimiento, climatología, variabilidad de temperatura y precipitación.

Eventos climáticos extremos y dinámicas de conflictividad social en la literatura científica contemporánea

Ester García-Fernández[1], Salvador Gil-Guirado[1], Juan Pedro Montávez[2] y Pedro Jiménez-Guerrero[3]

[1] Departamento de Geografía, Universidad de Murcia, Murcia 30001, España
[2] Departamento de Física, Universidad de Murcia, Murcia 30100, España
[3] Instituto Murciano de Investigación Biosanitaria (IMIB-Arrixaca), Murcia, 30120, España

ester.garciaf@um.es; salvador.gil1@um.es; montavez@um.es; pedro.jimenezguerrero@um.es

Resumen: Existe una creciente preocupación por la relación entre la variabilidad climática y la aparición de incidentes sociales, resultando especialmente alarmante el aumento en la frecuencia y en la intensidad de los Eventos Climáticos Extremos (ECE) (Diffenbaugh et al., 2017). Su incidencia no solo genera impactos medioambientales, sino también profundas consecuencias sociales y económicas (Carleton & Hsiang, 2016), alterando los modos de vida de las sociedades (Hsiang, Burke, & Miguel, 2013) y favoreciendo contextos de inestabilidad social que pueden derivar en el surgimiento de tensiones y conflictos entre grupos humanos.

A pesar de las evidencias existentes en torno a la vinculación clima-conflicto, aún no se ha alcanzado un consenso científico respecto a la relación entre impacto de ECE y aparición de conflictos. En este contexto, se analizan los aportes científicos sobre la relación entre los extremos climáticos y los conflictos sociales a escala global en una revisión bibliométrica de los estudios publicados desde el año 2000. El análisis de estos ha permitido identificar conexiones clave entre los diferentes tipos de ECE y conflictos, revelando además sus patrones espaciales y temporales. Adicionalmente, también se examina si existe una relación directa entre las áreas geográficas con mayor producción de estudios y las zonas de análisis, evaluando la posible presencia de sesgos en las temáticas de especialización. Este proceso permite establecer áreas prioritarias de investigación y señalar puntos críticos que demandan una atención más intensiva en los próximos años. Los resultados evidencian un vínculo significativo entre los ECE y el aumento de conflictos sociales, suicidios, migraciones forzadas, protestas y disturbios. Sin embargo, los impactos varían considerablemente entre regiones. En los países desarrollados predominan estudios sobre la salud mental, especialmente los suicidios, mientras que en los países en desarrollo se registran más conflictos, crisis políticas y desplazamientos forzados. A pesar del creciente interés en esta temática, persiste un marcado sesgo en la producción científica, con una gran concentración de estudios en países con mayores recursos, como Estados Unidos, Australia o Europa, mientras que regiones como África, América Latina y partes de Asia siguen estando subrepresentadas en la literatura.

Palabras clave: Eventos Climáticos Extremos, conflictos sociales, violencia, salud, vulnerabilidad.

Sistema de alerta temprana para enfermedades vectoriales transmitidas por flebotomos en la Península Ibérica

Sergio Natal[1], Daniel San-Martín[1], Eduardo Berriatua[3], Elena Verdú-Serrano[3], Jose Risueño[3], Pedro Pérez-Cutillas[3], Maribel Jimenez[4], Ricardo Molina[4] and Carla Maia[2]

[1] Predictia Intelligent Data Solutions, Spain
[2] Global Health and Tropical Medicine, LA-REAL, Instituto de Higiene e Medicina Tropical, Universidade NOVA de Lisboa, Lisbon, Portugal
[3] University of Murcia, Spain
[4] Instituto de Salud Carlos III, Spain

natals@predictia.es

Resumen: Las enfermedades transmitidas por vectores sensibles al clima están cada vez más condicionadas por la variabilidad ambiental y climática, lo que plantea retos crecientes para la salud pública en un contexto de cambio climático. En el marco del proyecto Planet4Health, se está desarrollando un Sistema de Alerta Temprana (EWS, por sus siglas en inglés) para apoyar la toma de decisiones frente a enfermedades sensibles al clima, integrando información climática, ambiental y epidemiológica en productos operativos de riesgo.

Esta contribución presenta un EWS, basado en métodos de aprendizaje automático, centrado en analizar la distribución del flebotomo (Phlebotomus spp.) y su papel en la transmisión de la leishmaniosis en la Península Ibérica. El sistema integra datos climáticos de alta resolución, indicadores derivados del clima y variables de uso del suelo, junto con información sobre la presencia del vector, para modelar la existencia de condiciones favorables para su actividad y la transmisión de la enfermedad. La estrategia de modelización prioriza técnicas interpretables, garantizando la transparencia y la utilidad del sistema para los actores de salud pública y veterinaria.

El EWS opera en múltiples escalas temporales, abordando predicciones a corto plazo y estacionales, e incorporando proyecciones climáticas para evaluar cambios futuros en la idoneidad ambiental para el flebotomo y el riesgo asociado de enfermedad. Los modelos se entrenan con datos históricos climáticos y entomológicos, capturando relaciones no lineales e incertidumbre. Los resultados se traducen en mapas de riesgo e indicadores de alerta para apoyar la vigilancia operativa y la toma de decisiones.

El caso de estudio en la Península Ibérica muestra que el EWS reproduce con éxito la distribución espacial conocida de las áreas favorables para el vector, su dinámica estacional y la variabilidad intraanual e interanual asociada a anomalías climáticas. El diseño modular y basado en datos del sistema permite su adaptación a otras regiones.

El consorcio PLANET4HEALTH está financiado por la Comisión Europea mediante la subvención 101136652. Los cinco proyectos de Horizonte Europa, GO GREEN NEXT, MOSAIC, PLANET4HEALTH, SPRINGS y TULIP conforman el Planetary Health Cluster.

Palabras clave: Sistemas de alerta temprana, Enfermedades vectoriales, Flebotomo, Aprendizaje automático, Cambio climático

El cierre de centrales térmicas de carbón: impacto sobre la calidad del aire en la montaña cantábrica

Domingo Fernando Rasilla Álvarez,
Francisco Conde Oria y Miguel Toribio Pérez

Departamento de Geografía, Urbanismo y OT. Universidad de Cantabria

domingo.rasilla@unican.es, francisco.conde@alumnos.unican.es

Resumen: El cierre de las centrales térmicas de carbón en localidades de la Montaña Cantábrica ofrece una oportunidad para evaluar el impacto, a escala local, de la transición energética sobre la calidad del aire. Los resultados del análisis de la estación de La Robla sugieren que ese desmantelamiento contribuyó a una mejora de los niveles de NO2 y SO2, sin efectos apreciables en PM10 y O_3, en consonancia con la dinámica de la calidad del aire en localidades de topografía compleja.

Palabras clave: Transición energética, calidad del aire, Montaña Cantábrica.

Impacto del cambio climático en la salud y estructura social de San Cristóbal de La Laguna: Análisis de exposición y vulnerabilidad de grupos sensibles (2022-2090)

Francisco José Armas Castellano; Alejandro Samuel Herrera Hernández; Juan Israel García Cruz y Serafín Corral Quintana

Grupo de investigación Pensares, Universidad de La Laguna

alu0101330327@ull.edu.es; alu0101235400@ull.edu.es;
jgarciac@ull.edu.es; scorral@ull.edu.es

Resumen: En esta investigación se analiza la exposición de la población de San Cristóbal de La Laguna a riesgos climáticos y sus consecuencias para la salud y el bienestar social en el horizonte temporal 2022-2090. El objetivo principal es identificar qué población está expuesta a estos riesgos y de qué manera le afectan los nuevos escenarios de calor y aridez, utilizando las proyecciones demográficas como una herramienta para capturar la vulnerabilidad real de los grupos más sensibles de la sociedad futura.

La metodología emplea un modelo dinámico de cambio de cohorte —validado estadísticamente frente a datos del INE con una correlación de 0,9960— para localizar espacialmente a la población vulnerable dentro del marco municipal. A través de mapas interrelacionales, se cruzan indicadores de vulnerabilidad social, como la edad y la estructura del hogar, con dimensiones climáticas críticas bajo los escenarios RCP 4.5 y 8.5.

Los resultados reflejan una amenaza directa a la salud pública y la cohesión social. Se detecta un desplazamiento del riesgo térmico hacia zonas del norte y centro del municipio que concentrarán una población severamente envejecida, perfil con mayor sensibilidad fisiológica al calor y menor capacidad adaptativa. Asimismo, la expansión de la aridez coincidirá con áreas de alta presencia juvenil, afectando potencialmente a su bienestar y acceso a espacios verdes. Por último, el incremento de hogares unipersonales se identifica como un factor de riesgo crítico, ya que el aislamiento residencial dificulta la respuesta comunitaria ante eventos climáticos extremos. En conclusión, la investigación que hemos realizado, evidencia que el riesgo climático en San Cristóbal de La Laguna es un fenómeno dinámico que no puede gestionarse con datos poblacionales estáticos. Los resultados demuestran la necesidad de que la planificación climática y el planeamiento urbano actual prioricen la resiliencia social y la salud comunitaria ante la emergencia compleja que supone el envejecimiento poblacional. La convergencia entre un estrés térmico en aumento y una estructura social marcada por el aislamiento residencial exige una reorientación inmediata de las políticas de adaptación local, asegurando que las infraestructuras futuras sean viables para proteger a los perfiles más vulnerables en los horizontes de 2054 y 2090.

Palabras clave: Salud pública, estrés térmico, vulnerabilidad social, aislamiento residencial, San Cristóbal de La Laguna.

Clima urbano y contaminación atmosférica como sistema acoplado: explorando sus interacciones con WRF-Chem

Eloisa Raluy López, Leandro C. Segado Moreno, Alejandro Cordero, y Juan Pedro Montávez

Grupo de Modelización Atmosférica Regional, Departamento de Física, Campus de Excelencia Internacional Regional "Mare Nostrum", Universidad de Murcia, Murcia, España

eloisa.raluyl@um.es

Resumen: El clima urbano puede entenderse como una perturbación local del clima regional subyacente, modificando los flujos de energía, humedad y momento. En las zonas urbanas, estos intercambios se ven fuertemente alterados por los materiales artificiales, la morfología urbana y las emisiones antropogénicas. Estas modificaciones dan lugar a fenómenos característicos como la isla de calor urbana e influyen en la dispersión, acumulación y transformación de los contaminantes atmosféricos. A su vez, la contaminación puede modificar los procesos radiativos y de formación de nubes, retroalimentando la meteorología urbana. Las interacciones clima–contaminación forman por tanto un sistema acoplado, bidireccional y complejo, que puede afectar directamente a la salud de los habitantes de áreas urbanas.

En este trabajo se utiliza el modelo WRF-Chem para investigar las interacciones entre clima urbano y contaminación sobre varias áreas metropolitanas. Para cada ciudad, se han realizado simulaciones cortas con una configuración anidada, con un dominio padre a 5 km de resolución y un dominio interno a 1 km. Se consideraron cuatro configuraciones principales: rural y urbana, con y sin química atmosférica, junto con experimentos de sensibilidad para evaluar el impacto de la intensidad de las emisiones y de la representación urbana.

Los resultados muestran que la contaminación tiene un efecto térmico pequeño pero detectable, mientras que la parametrización urbana influye de forma decisiva en la intensidad y estructura espacial de la isla de calor urbana, especialmente durante la noche. La activación de modelos urbanos como BEP y BEP+BEM incrementa las temperaturas urbanas simuladas y modifica la circulación local, lo que se traduce en aumentos de hasta un 20–25% en las concentraciones superficiales de contaminantes en algunas zonas. Estos resultados subrayan la importancia de representar adecuadamente tanto la morfología urbana como las emisiones en modelos acoplados atmósfera–química.

Agradecimientos: Los autores agradecen el Proyecto ARUBA (PID2023-149080OB-I00/MCIN/AEI/10.13039/501100011033) al Ministerio de Ciencia e Innovación/Agencia Estatal de Investigación de España y a FEDER, UE. ERL agradece su contrato predoctoral FPU (FPU21/02464) al Ministerio de Universidades de España.

Palabras clave: Clima urbano, calidad del aire, isla de calor urbana, modelización atmosférica.

Impacto de emisiones antropogénicas de alta resolución en la simulación de la calidad del aire en la Región de Murcia

Leandro Cristian Segado Moreno[1], Juan Pedro Montávez Gómez[1], Eloisa Raluy López[1], Ginés Garnés Morales[2] y Pedro Jiménez Guerrero[1,3]

[1] Departamento de Física, Grupo Regional de Modelización Atmosférica, Campus Regional de Excelencia Internacional (CEIR) "Campus Mare Nostrum", Universidad de Murcia, 30100 Murcia, España.
[2] Department of Meteorology, University of Reading. Reading, United Kingdom
[3] Instituto Murciano de Investigación Biosanitaria (IMIB-Arrixaca), 30120 Murcia, España.

leandrocristian.segadom@um.es

Resumen: La contaminación atmosférica sigue siendo un desafío global de primer orden, con importantes repercusiones sobre la salud pública, los ecosistemas y el sistema climático. En este contexto, las emisiones antropogénicas desempeñan un papel clave en el deterioro de la calidad del aire, tanto por su contribución directa a la concentración de contaminantes primarios como por su papel en la formación de contaminantes secundarios, como el ozono troposférico (O3), a través de procesos fotoquímicos complejos. Los modelos atmosféricos se han convertido en herramientas fundamentales para el estudio de estos procesos; sin embargo, su capacidad predictiva depende en gran medida de la resolución espacial y temporal de los inventarios de emisiones utilizados. Esta limitación es especialmente crítica en la simulación de episodios extremos de contaminación y a escala urbana, donde la variabilidad espacial y temporal de las fuentes es determinante. En este trabajo se evalúa el impacto del uso de un inventario de emisiones antropogénicas de alta resolución espacial (1 km) y temporal (horaria), desarrollado a partir de datos municipales de tráfico, emisiones industriales y urbanas proporcionados por el Gobierno Regional de Murcia. Este inventario se compara con el ampliamente utilizado inventario CAMS (Copernicus Atmosphere Monitoring Service), caracterizado por una resolución más gruesa (0.1° y frecuencia mensual). Para ello, se realizaron simulaciones con el modelo Weather Research and Forecasting acoplado con química (WRF-Chem, v4.6.0) durante episodios extremos de contaminación en la Región de Murcia. Los resultados muestran diferencias sustanciales en los patrones espaciales simulados de los contaminantes, con una representación más realista de la variabilidad local cuando se emplean emisiones de alta resolución. En particular, se observa una mejora significativa en la simulación de NO2, especialmente en zonas industriales y próximas a grandes infraestructuras viarias, así como una reducción general de la incertidumbre del modelo. En el caso del O3, los resultados son más heterogéneos, reflejando la complejidad de los procesos químicos y de transporte. Adicionalmente, la aplicación de un método de selección de punto óptimo basado en criterios estadísticos mejora notablemente las simulaciones frente a observaciones. En conjunto, este estudio pone de manifiesto el valor añadido de los inventarios de emisiones antropogénicas de alta resolución para la simulación de la calidad del aire y el análisis de episodios extremos a escala regional y urbana.

Palabras clave: Emisiones antrópicas, Contaminación atmosférica, Calidad del aire, Alta resolución, Modelización atmosférica

Alertas meteorológicas en Canarias y percepción de la población: ¿llega el mensaje a quien tiene que llegar?

Clara Julia Peña Bello[1], Daniel Linares Buitrago[2] y Matías Manuel González Hernández[1]

[1] Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)
[2] Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín;

clara.pena@ulpgc.es; matiasmanuel.gonzalez@ulpgc.es; urgenciasvitales@gmail.com

Resumen: El cambio climático está incrementando la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos, con un impacto significativo sobre la salud pública. En el archipiélago canario, las olas de calor y los episodios de intrusión de polvo sahariano (calima) constituyen dos de los principales riesgos climáticos, tanto por separado como de forma combinada. Para mitigar sus efectos, se han desarrollado sistemas de alerta meteorológica y sanitaria coordinados a distintos niveles administrativos (civil, sanitario…). Sin embargo, la persistencia de un exceso de morbimortalidad asociado a estos episodios plantea interrogantes ¿está llegando el mensaje a la población? ¿Está la población entendiendo las medidas de protección? y, si así es, ¿qué factores hacen que no las lleven a cabo?

Esta comunicación presenta el diseño y los objetivos de un estudio de investigación que se desarrollará a lo largo de 2026 en la isla de Gran Canaria, en el marco del proyecto MICROCLI-MAC. El objetivo principal es evaluar el conocimiento, la comprensión, las vías de recepción, la adherencia y las barreras relacionadas con las recomendaciones sanitarias emitidas ante episodios de calor extremo y calima, en la población adulta del área de influencia del Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín.

Se trata de un estudio observacional, transversal y prospectivo, basado en un cuestionario autocumplimentado, anónimo y multilingüe, con una duración estimada de 5–7 minutos. La muestra prevista es de al menos 100 participantes, con un objetivo óptimo de 200–300 encuestas válidas, lo que permitirá estimar proporciones clave y explorar diferencias por edad, nivel educativo, comorbilidad, situación laboral y canales de comunicación. Entre los principales desenlaces se incluyen el grado de conocimiento de las alertas, la comprensión del mensaje, la autoidentificación de riesgo, la adopción de medidas preventivas y las barreras percibidas para su cumplimiento.

Los resultados esperados permitirán identificar brechas en la cadena comunicativa entre la emisión de las alertas y la adopción de conductas de autoprotección, aportando evidencia aplicada para mejorar los sistemas de alerta sanitaria en contextos insulares y orientar el diseño de intervenciones adaptativas, como herramientas digitales de apoyo a la población vulnerable frente a los riesgos climáticos.

Palabras clave: Canarias, alertas meteorológicas, cambio climático, salud pública, percepción del riesgo.

Revisión de la evidencia reciente sobre enfermedades asociadas a fenómenos meteorológicos adversos

Clara Julia Peña Bello[1], Daniel Linares Buitrago[2] y Elena Catalina Pérez Hernández[1]

[1] Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)
[2] Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín;

clara.pena@ulpgc.es; elenacatalina.perez@ulpgc.es; urgenciasvitales@gmail.com

Resumen: El cambio climático está alterando de forma significativa la frecuencia, intensidad y duración de los fenómenos meteorológicos adversos, con repercusiones crecientes sobre la salud humana, reconociéndose actualmente como determinantes clave de la morbimortalidad a escala global. En los últimos años, la evidencia científica ha ampliado y consolidado el conocimiento sobre los mecanismos fisiopatológicos implicados, los desenlaces en salud y su distribución desigual entre poblaciones y territorios.

El objetivo de esta comunicación es realizar una revisión sintética de la literatura científica reciente sobre las principales enfermedades y desenlaces en salud asociados a fenómenos meteorológicos adversos, con el fin de ofrecer una visión actualizada del estado del conocimiento. Se abordan los impactos sobre la mortalidad total y causa-específica, así como el aumento de la incidencia y exacerbación de patologías cardiovasculares, respiratorias, renales y neurológicas, entre otras.

La revisión se centra especialmente en los fenómenos con mayor frecuencia e impacto en el archipiélago canario, como las olas de calor y los episodios de calima. Las olas de calor se asocian de forma consistente con incrementos de la mortalidad, descompensaciones cardiovasculares y renales, golpes de calor y agravamiento de enfermedades crónicas, especialmente en población vulnerable. Por su parte, los episodios de mala calidad del aire, tanto por contaminación urbana como por intrusiones de polvo sahariano, se relacionan con exacerbaciones de asma y EPOC, aumento de ingresos hospitalarios por causas cardiovasculares y mayor mortalidad a corto plazo. La evidencia reciente subraya además la existencia de efectos sinérgicos entre fenómenos como el calor extremo y la contaminación atmosférica, que amplifican el riesgo sanitario. Finalmente, se analizan los principales factores de vulnerabilidad como: edad avanzada, comorbilidad, condiciones socioeconómicas, características del entorno y adaptación territorial; con el objetivo de ofrecer un enfoque integral. En conjunto, esta revisión evidencia la necesidad de abordar los riesgos climáticos desde una perspectiva integrada que conecte meteorología, salud y territorio, con el fin de anticipar impactos, reducir vulnerabilidades y orientar estrategias de adaptación basadas en la evidencia.

Palabras clave: cambio climático, fenómenos meteorológicos adversos, salud, morbilidad, mortalidad.

Salud mental y clima: ¿en qué punto estamos?

Clara Julia Peña Bello[1], Daniel Linares Buitrago[2] y María Manuela González Serrano[1]

[1] Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)
[2] Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín;

clara.pena@ulpgc.es; marianela.gonzalez@ulpgc.es; urgenciasvitales@gmail.com

Resumen: El cambio climático constituye uno de los principales retos para la salud pública del siglo XXI, con efectos cada vez más evidentes sobre la salud mental. El aumento en la frecuencia, intensidad y duración de los fenómenos meteorológicos adversos, junto con los cambios ambientales progresivos, está generando un impacto significativo sobre el bienestar psicológico de las poblaciones, ampliando desigualdades preexistentes y desafiando la capacidad de los sistemas sanitarios.

El objetivo de esta comunicación es revisar el estado actual de la evidencia científica sobre la relación entre cambio climático, fenómenos meteorológicos adversos y salud mental, identificando los principales desenlaces, mecanismos implicados y grupos poblacionales más vulnerables.

La literatura reciente muestra que eventos agudos como inundaciones, incendios forestales, olas de calor y tormentas extremas se asocian a un aumento de trastornos de ansiedad, depresión, trastorno de estrés postraumático, consumo de sustancias y conductas suicidas. Las olas de calor, en particular, se han relacionado con descompensaciones agudas en personas con trastornos mentales graves, mayor demanda de atención urgente en salud mental y aumento de la mortalidad por suicidio. Asimismo, los eventos de contaminación atmosférica se han vinculado a alteraciones del estado de ánimo, deterioro cognitivo y empeoramiento de trastornos psiquiátricos preexistentes.

De forma complementaria, los procesos climáticos de evolución lenta, como el aumento sostenido de las temperaturas, la desertificación o la degradación ambiental, se vinculan con síntomas de malestar psicológico crónico, desesperanza y fatiga emocional. Conceptos emergentes como la ecoansiedad, el duelo ecológico y el estrés climático reflejan el malestar psicológico asociado a la conciencia de los cambios ambientales y a la incertidumbre ante el futuro, especialmente entre jóvenes y comunidades altamente expuestas.

En conjunto, este trabajo pone de manifiesto la necesidad de integrar la salud mental en las políticas de adaptación y mitigación del cambio climático, promoviendo enfoques interdisciplinares que conecten clima, territorio y salud, y reforzando la resiliencia individual, comunitaria y de los sistemas sanitarios frente a los riesgos climáticos emergentes.

Palabras clave: cambio climático, salud mental, fenómenos extremos, ecoansiedad, adaptación.

Isla de Calor Urbana y exposición térmica durante la segunda ola de calor del verano de 2025 en un entorno urbano vulnerable

Lida Mercado-Martín y Miguel Ángel Padilla-Marcos

Universidad de Valladolid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

lida.mercado@uva.es; miguelangel.padilla@uva.es

Resumen: El aumento en la intensidad y la frecuencia de las olas de calor constituye actualmente uno de los principales retos climáticos, especialmente en las áreas urbanas, donde el fenómeno de la Isla de Calor Urbana (UHI) incrementa la exposición térmica de la población y puede agravar los riesgos asociados al calor. El verano de 2025 estuvo caracterizado por la presencia de varios episodios de calor extremo en la Península Ibérica, destacando la segunda ola de calor por su duración, intensidad y extensión, lo que permite abordar el análisis de la exposición térmica urbana bajo condiciones de estrés térmico prolongado.

En esta investigación se parte de la hipótesis de que la duración del episodio de calor influye en el comportamiento térmico urbano, condicionando los procesos de acumulación y disipación del calor, especialmente durante el periodo nocturno, y prolongando la exposición térmica de la población. El objetivo es analizar la intensidad y la evolución temporal de la UHI durante dicha ola de calor y explorar su relación con la exposición térmica en un entorno urbano socialmente vulnerable.

La metodología se basa en una campaña experimental desarrollada durante el verano de 2025, combinando mediciones móviles de temperatura del aire mediante transectos móviles con registros en puntos fijos, lo que permite caracterizar la variabilidad espacial y temporal del fenómeno. Los datos se analizan en relación con la evolución del episodio, diferenciando periodos diurnos y nocturnos y comparando áreas urbanas con zonas de referencia menos urbanizadas.

Los resultados preliminares permiten identificar patrones de exposición térmica urbana a lo largo de la ola de calor, así como diferencias espaciales relacionadas con la configuración urbana. Estos resultados contribuyen a mejorar la comprensión de los procesos que influyen en la exposición térmica en ciudades durante eventos extremos prolongados y subrayan la importancia de integrar la dimensión climática y social en los estudios urbanos orientados a la reducción de la vulnerabilidad y a la protección de la salud frente al calor.

Palabras clave: Isla de calor urbana, ola de calor, exposición térmica, salud

Spatial Patterns in the association between the prevalence of Asthma and Determinants of Health

Carmen Bentué Martínez[1,2,3], Marcos Rodrigues Mimbrero[1,2], José María Llorente González[4], Antonio Sebastián Ariño[5], Marcos Zuil Martín[6] y María Zúñiga Antón[1,2,3]

[1]Department of Geography and Territorial Planning, University of Zaragoza, Zaragoza, Spain.
[2]University Institute for Research in Environmental Sciences of Aragon (IUCA), Zaragoza, Spain.
[3]Health Research Institute of Aragon (IISA), Zaragoza, Spain.
[4]Aragon Health Service. Government of Aragon. Borja Primary Care Center, Borja, Spain.
[5]Lozano Blesa University Clinic Hospital, Zaragoza, Spain.
[6]Pneumology Service, Royo Villanova Hospital, Zaragoza, Spain.

cbentue@unizar.es

Abstract: The World Health Organization endorses the study of diseases from the perspective of the Determinants of Health (DH), i.e., the circumstances in which people are born and raised, the environment in which they grow up and age and their lifestyle. The aim of this study is to analyze the spatial behavior of the prevalence of asthma in Aragon, a Mediterranean region in Spain, under the DH approach. The methodological process entailed building a spatial database collating asthma prevalence as dependent variable, and lifestyle, socioeconomic and climate indicators as explanatory factors, and then evaluating the spatial variability of the relationships by combining the Principal Component Analysis (PCA), Multiscale Geographically Weighted Regression (MGWR) models and cartographic design techniques. MGWR evidenced spatially varying relationships operating at different scales. Lifestyles seem closely tied to the prevalence of asthma in most of the study area while urban functionality and local climate patterns seem to boost prevalence rates in some specific enclaves. Consequently, the social and environmental conditions that characterize the study area translate into several DH scenarios modulating the spatial distribution of asthma. This differential DH behavior detected by local regression models is relevant to guiding and refining public health decision-making.

Keywords: Asthma, Determinants of Health, GWR, Spatial analysis, Mapping.

Análisis de patrones atmosféricos relacionados con concentraciones elevadas de polen en la Comunidad de Madrid

J. Gutierrez-Fernández[1,2], J. Rojo[3], J. Romero-Morte[3], E. Rodriguez-Guisado[2]

[1] Tragsatec
[2] Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Área de modelización climática.
[3] Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Farmacia, Departamento de farmacología, farmacognosia y botánica

jgutier8@tragsa.es

Resumen: Uno de los problemas que más afecta a la población en los últimos años es el aumento del número de casos de alergia a pólenes de especies arbóreas, como el olivo, y de gramíneas. Su principal impacto se produce durante los meses de primavera, cuando se alcanzan los valores máximos de concentración polínica en el aire. Gracias al avance de la ciencia, se han mejorado las campañas de seguimiento de concentraciones de polen, lo que ha permitido disponer de información más detallada sobre los años con mayores niveles de concentración polínica. Estos máximos de concentración están, además, correlacionados con inviernos y primaveras más lluviosos de lo habitual. Por tanto, el objetivo principal de este trabajo es estudiar, a partir de los datos de concentraciones de polen en la Comunidad de Madrid, los patrones atmosféricos de geopotencial, temperatura y precipitación asociados a los años en los que las concentraciones polínicas son especialmente elevadas. Para ello, se utilizarán datos de reanálisis ERA5 y CERRA, así como datos de concentraciones de polen de la Comunidad de Madrid proporcionados por la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid.

Los resultados preliminares muestran una relación entre episodios intensos de precipitación durante el invierno y la primavera, y concentraciones elevadas de polen en los meses de mayo y junio. Asimismo, esta correlación, junto con el análisis de distintos patrones atmosféricos, podría permitir explorar una posible relación entre patrones de teleconexión y concentraciones polínicas.

Palabras clave: Pólenes, teleconexiones, geopotencial, precipitación.

Laboratorio de Calidad del Aire de Canarias: a scientific infrastructure linking to the atmosphere, public health, ecosystems and climate

Diana Mesa-Morillo[1], Jessica López-Darias[1], Nataly López-Fernández[1], Gorka Villena-Armas[1], Ibtissen Belbachir[1], Borja Pérez[1], Güize Alvarez[1], Eva Delgado-Delgado[1], Jon Vilches[2], Fernando Herrera[2], Sergio Rodríguez[1]

[1]Group of Atmosphere, Aerosols and Climate, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, IPNA CSIC, Tenerife, Canary Islands, Spain;
[2]Servicio de Prevención y Control de la Contaminación, Consejería de Transición Ecológica y Energía, Gobierno de Canarias

diana.mesa@csic.es; jvilsar@gobiernodecanarias.org.

Abstract: The objective of the Laboratorio de Calidad del Aire de Canarias (AirCanLab) (https://aircanlab.csic.es/) is to address issues of air pollution and its impact on air quality, public health, ecosystems and climate. This new scientific infrastructure allows the investigation of air quality problems, such as extreme dust events that have occurred over the last 5 years, the 2021 volcanic eruption in La Palma that led to lockdowns 35000 persons due the volcanic air pollution, extreme wildfires (e.g. Tenerife in 2023, a sixth-generation fire), or the management of air quality within the frame of the new European air quality directive. The AirCanLab has been operative since the beginning of 2024. The infrastructure allows determining about 70 chemical species in each aerosol (PM10, PM2.5, etc..) sample, including the elemental composition by ICP-MS and XRF, ions by ion chromatography, organic carbon and elemental carbon by TOR/TOT and organic speciation with GC-MS. The AirCanLab has an ISO-EN-UNE-17025 certification by ENAC for determining the PM10 concentrations using the reference EN-UNE-12341:2024 method.

A first study carried out at AirCanLab has been focused on identifying the origin of PM10 particles across the Canary Islands through a one-year study of aerosol chemistry at a remote marine site in La Graciosa Island (i), (ii) in Fuerteventura, a main path entry of the dust events in winter (ii), and in the two largest cities of the Canary Islands: Las Palmas de Gran Canaria and Santa Cruz de Tenerife (iii). This first study has allowed quantifying the contributions to PM10 of the local Canarian emissions of air pollutants, of the transboundary air pollution, Saharan desert dust and sea salt. These results have important implications for the application of the new European air quality directive 2424/2881 in the Canary Islands. Ongoing research includes the study of organic carcinogenic compounds linked to combustion, the identification of Canarian sources of PM pollution and their chemical speciation, the identification of the aerosol chemical reactions during transboundary air pollution, the solubility of trace metals and their implications for marine ecosystems, the development of methodologies to apply the new air quality directive and the optimization of laboratory analytical techniques to provide faster responses.

Keywords: desert-dust, Air quality, climate change, PM10, Public health

Dinámica temporal de la contaminación en entornos urbanos insulares: el caso de Santa Cruz de Tenerife

Laura María Pulido Suárez, Jordan Correa González, Pedro Dorta Antequera, Jaime Salvador Díaz Pacheco, Nerea Martín Raya, María Jiménez Mejías y Abel López Díez

Cátedra de Reducción del Riesgo de Desastres y
Ciudades Resilientes de la Universidad de La Laguna.
Grupo de Estudios en Ordenación Territorial y Riesgos (GEORIESGOS).
Departamento de Geografía e Historia de la Universidad de La Laguna.

slaurama@ull.edu.es; jcorreag@ull.edu.es;
pdorta@ull.edu.es; jdiazpac@ull.edu.es;
nmartinr@ull.edu.es; mjimenem@ull.edu.es; alopezd@ull.edu.es

Resumen: Se analiza la calidad del aire en la ciudad de Santa Cruz de Tenerife (Canarias, España) entre 2009 y 2024, a partir de los registros horarios de 22 estaciones incluidas en la Red de Control y Vigilancia de la Calidad del Aire de Canarias. Los contaminantes analizados son PM10, PM2.5, SO2, NO2 y O3, cuya concentración se estudia en relación con las condiciones meteorológicas. Además, se efectúa un análisis detallado de la contaminación durante el año 2024, incorporando, además, datos de la Intensidad Media Diaria (IMD) de tráfico.

Los resultados revelan una calidad del aire aceptable y dentro de los límites legalmente establecidos, salvo durante los intensos procesos de advección de aire sahariano que afectan de manera recurrente al archipiélago. La concentración media horaria de PM10 es de 22.9 µg/m³ en el período de estudio, identificándose una tendencia ascendente desde 2019 también observable en las partículas más finas —PM2.5—, cuyo promedio se sitúa en 9 µg/m³. El SO2, por su parte, experimentó a partir de 2013 —año del cierre de la refinería de petróleo de la ciudad—, un descenso superior al 50%, manteniéndose actualmente en niveles bajos. La mejoría en la concentración de NO2 ha sido también considerable, si bien persisten algunas concentraciones puntualmente elevadas en determinadas horas con alta intensidad de tráfico rodado. La concentración de O3 muestra una relativa estabilidad en los últimos años, no identificándose superaciones de los umbrales normativos. En cuanto al análisis detallado de 2024, los análisis multivariantes determinan que la concentración diaria de NO2, PM10 y PM2.5 viene fundamentalmente determinada por la altitud de la capa de la inversión térmica de subsidencia característica de la región, así como por la temperatura y la humedad relativa del aire. No obstante, la IMD se convierte en un predictor fundamental al estudiar las partículas de origen antropogénico. Se constata, además, la existencia de una correlación positiva y significativa entre la IMD y los niveles de NO2.

Palabras clave: Contaminación atmosférica, Salud, Aire sahariano, Canarias

Salud mental post-desastre y apoyo social comunitario: evidencias psicosociales en contextos socioambientales de Chile

Loreto Villagrán Valenzuela[1], Marian Bilbao[2], Carolina Alzugaray Ponce[3], Pamela Vaccari Jimenez[1] y Octavio Rojas Vilches[4]

[1] Departamento de Psicología University of Concepción, Chile
[2] Alberto Hurtado University, Chile
[3] Universidad Santo Tomás, Concepción, Chile
[4] Departamento de planificación territorial y sistemas urbanos, University of Concepción, Chile

lorevillagran@udec.cl; pvaccari@udec.cl; mbilbao@uahurtado.cl; carolinaalzugaray@santotomas.cl; ocrojas@udec.cl

Resumen: El trabajo evalúa el impacto psicosocial de desastres socioambientales ocurridos en Chile en comunidades vulnerables. Se consideran que los impactos pueden darse a nivel individual y colectivo, considerando reacciones negativas colectivas (trauma psicosocial) y positivas (crecimiento post traumático). Además se evalúa el papel del apoyo social (amigos, familia y pareja) y apoyo social comunitario (participación en la comunidad y recibido de agrupaciones informales e instituciones gubernamentales). Se plantearon las siguientes hipótesis; H1) el impacto subjetivo del desastre (IS) se asocia positivamente con trauma psicosocial (TPS) y con crecimiento postraumático (CPT) individual y colectivo; H2) el apoyo social comunitario (ASc; sistemas formales e informales) mediará la relación entre IS y TPS, mientras que el apoyo social interpersonal (pares, familia, pareja/otros) atenuará TPS. La metodología fue cuantitativa a través de un diseño transversal, descriptiva–correlacional y ex post facto, con muestreo intencional no probabilístico. La muestra estuvo compuesta por 200 personas que estuvieron expuestas a distintos eventos (terremoto y tsunami, contaminación por industrias e incendios). Los resultados encontrados muestran: 1) el impacto subjetivo del desastre se asoció positivamente con CPT en sus dimensiones individual y colectiva; 2) en el SEM se encontró una relación directa entre IS y TPS; 3) El apoyo social percibido no se relacionó significativamente con IS, pero sí con TPS; 4) El apoyo social comunitario (sistemas formales e informales) medió la relación IS → TPS. Conclusiones: Se aporta con información sobre el impacto de los desastres socioambientales en la salud mental con efectos individuales y colectivos, positivos y negativos. Los recursos comunitarios (el apoyo social de las comunidades y el soporte institucional) cumpliría un rol protector clave al mitigar impactos negativos, mientras que el apoyo percibido contribuiría a la en la recuperación, aunque sin modificar la percepción subjetiva del evento. Estos resultados muestran el valor de las intervenciones psicosociales centradas en fortalecer redes comunitarias y también la inclusión de las instituciones locales gubernamentales en un rol activo que contribuya a la recuperación de las comunidades a estos eventos.

Palabras clave: clima y salud humana; impactos sociales del cambio climático; desigualdad; Agenda 2030.

Impacto de las emisiones industriales sobre la composición de los aerosoles atmosféricos en Mbour, Senegal

Eva-María Delgado-Delgado, Jessica López-Darias, Sergio Rodríguez y Ibtissem Belbachir

Instituto de Productos Naturales y Agrobiología (IPNA), CSIC, Tenerife, España.

j.lopez.darias@csic.es

Resumen: El objetivo principal de esta investigación es caracterizar la composición química y las fuentes de los aerosoles atmosféricos en Mbour (Senegal), para evaluar la contribución de emisiones naturales y antropogénicas en una región donde la monitorización de la calidad del aire es prácticamente inexistente. Se recolectaron muestras de material particulado total mediante un captador de alto volumen durante el verano de 2016. La composición iónica y elemental se determinaron mediante cromatografía iónica y florescencia de rayos x, respectivamente. Para la identificación de fuentes se aplicaron análisis de rango de variabilidad normalizado (NOVAR), regresiones de pendiente y factores de enriquecimiento.

Los resultados muestran una mezcla de fuentes naturales y antropogénicas. La fracción mineral está dominada por polvo mineral local (Al, Si, Ti, Fe), junto con una influencia constante de aerosol marino (Na, Cl, Br). Se observó un enriquecimiento antropogénico significativo de Pb, Zn, S, P y V. El análisis químico identificó la industria de fertilizantes y la extracción de fosfatos en Darou Khoudoss como potenciales fuentes de P, V y Ca. El reciclaje de baterías de plomo-ácido en Sandiara es probablemente la fuente de Pb y Ni soluble. Se registraron episodios de Pb con concentraciones diarias de hasta 263 ng/m³, valores mucho más altos de los que se registran actualmente en los países que cuentan con legislación medioambiental desarrollada.

Aunque el polvo mineral domina en términos de masa, las actividades industriales son la principal fuente de metales pesados, que además se caracterizan por tener una elevada fracción soluble, es decir, biodisponible, aumentando así sus potenciales efectos en la salud. Estos resultados indica la necesidad de establecer sistemas de control de emisiones y monitorización de la calidad del aire en África Occidental.

Palabras clave: Aerosoles atmosféricos, Geoquímica, Polvo sahariano, Contaminación industrial, Calidad del aire.

Uncovering shifts in thermal comfort across the Iberian Peninsula with high-resolution analysis

Humberto Pereira[1], Ana Gonzalez[2], Ines Alvarez[2], Maria Nieves Lorenzo[2], Ana Picado[1], Magda C. Sousa[1], and João Miguel Dias[1]

[1] CESAM − Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Departamento de Física, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal
[2] EPhysLab − Environmental Physics Laboratory, Centro de Investigación Mariña (CIM), Universidad de Vigo, Ourense, España

humberto.pereira@ua.pt; ana.picado@ua.pt; mcsousa@ua.pt; joao.dias@ua.pt; anagleznieto@gmail.com; ialvarez@uvigo.gal; nlorenzo@uvigo.gal

Abstract: Understanding how thermal comfort and heat stress have changed in a warming climate is crucial for evaluating risks to human health, ecosystems, and regional development. This study provides a high-resolution assessment of thermal comfort conditions and their evolution across the Iberian Peninsula (IP) from 1985 to 2020, a region characterized by significant topographic and coastal–inland contrasts. Using the Copernicus European Regional ReAnalysis (CERRA) dataset, the analysis focused on different thermal indicators, such as summer days (SU), scorching days (SU35), tropical nights (TR), torrid nights (TR25), and Excess Heat Factor (EHF) to examine spatial and temporal patterns of heat stress during the June−September period. The results indicate a significant intensification of thermal extremes, particularly in inland and southern areas. Hot days and warm nights have become more frequent, signaling a rise in exposure to both daytime and nocturnal heat stress. Additionally, compound indices (SU+TR and SU35+TR25) reveal a steady increase in combined hot-day and warm-night occurrences, reflecting the persistence of extreme heat conditions. The EHF analysis revealed strong regional contrasts in heatwave intensity and duration, with the highest mean and maximum values occurring over northeastern and western IP. Overall, the findings highlight growing risks associated with longer and more intense heatwaves, underscoring the need for anticipatory measures in public health, infrastructure planning, and climate adaptation strategies at both regional and local scales.

Keywords: CERRA dataset, Summer Days, Scorching Days, Tropical Nights, Torrid Nights, Excess Heat Factor

Vigilancia y prevención de los efectos en la salud por exceso de temperaturas en Canarias

Abigail García Hernández[1], Elena López Villarrubia[1] y Pedro Ruyman Brito Brito[2]

[1] Dirección General de Salud Pública del Servicio Canario de Salud. Servicio de Epidemiología y Prevención. Hospital Universitario de Canarias. Universidad de La Laguna
[2] Universidad de La Laguna

abgarherr@gobiernodecanarias.org; elopvil@gobiernodecanarias.org; pbritobr@ull.edu.es

Resumen: Desde 2004, la Dirección General de Salud Pública (DGSP) activa anualmente el Plan de Vigilancia y Prevención de los efectos en la salud por exceso de temperaturas con el objetivo de reducir dichos efectos en la salud de las personas. El plan combina un sistema de alerta temprana, basado en predicciones de AEMET, avisos del Ministerio de Sanidad y el registro Kairós, con un sistema de vigilancia de los efectos que integra las atenciones del Servicio de Urgencias Canario (SUC), defunciones por código CIE-10 X30 y mortalidad atribuible (MoMo). En 2025 se registraron 6 episodios de superación de umbral térmico de riesgo en los meses de junio, julio, agosto y septiembre. El más intenso, del 7 al 14 de agosto, alcanzó nivel 3 de aviso en Fuerteventura, Lanzarote y zonas de cumbres y sur-este-oeste de Gran Canaria. En el conjunto de Canarias, se registraron 82 personas atendidas in situ, 32 hospitalizaciones urgentes y 0 fallecidos notificados por el SUC. Según MoMo, hubo 130 muertes atribuibles al calor (máximo histórico 2021-2025). La provincia de Las Palmas concentró el 81% de las hospitalizaciones y el 62% de las muertes atribuibles. El análisis quinquenal (2021-2025) registra 357 muertes atribuibles al calor, el 87% dentro de la temporada nacional oficial (mayo-septiembre), destacando el año 2023 en el que se produjeron más fallecidos fuera de los meses considerados de riesgo y más personas atendidas. Por tanto, el calor extremo constituye un problema de salud pública creciente en Canarias, con una mortalidad atribuible que alcanzó su valor máximo en 2025. Gran Canaria concentra el mayor impacto. La detección de episodios fuera de la temporada oficial refuerza la necesidad de vigilancia continua. Es imprescindible intensificar las medidas de prevención dirigidas a colectivos vulnerables: personas sin hogar, trabajadores expuestos, mayores que viven solos o institucionalizados y practicantes de actividades al aire libre. El desarrollo de campañas de información accesibles, la integración de protocolos de actuación en entornos laborales, educativos y de ocio, así como la mejora de la coordinación interinstitucional, resultan esenciales para anticipar y mitigar los efectos del calor sobre la salud de la población canaria.

Palabras clave: Clima y salud humana, Altas temperaturas, Salud Pública, Salud ambiental

Design Thinking–Driven Development and Validation of a Climate-Smart Outdoor Activity Recommendation App for Tourism

Matías M. González Hernández[1], Aythami Santana Padrón[2], Daniel Medina Arocha[3], Germán Jerez Cárdenes[3] y Sara E. Martín Carbajo[4]

[1] Instituto de Turismo y Desarrollo Sostenible TIDES-ULPGC
[2] Departamento de Análisis Económico Aplicado ULPGC
[3] Instituto Tecnológico de Canarias (ITC)
[4]Alumna del Grado en Turismo – ULPGC

matiasmanuel.gonzalez@ulpgc.es; aythami.santana@ulpgc.es; dmarocha@itccanarias.com; dmarocha@itccanarias.com; sara.martin126@alu.ulpgc.es.

Abstract: Climate variability and increasing micro-meteorological heterogeneity pose significant challenges for tourists and residents when planning outdoor activities. This paper presents the development and usability validation of a climate-smart mobile application designed to support decisions about what, how, when, and where to undertake outdoor activities. The system integrates high-resolution 48-hour weather projections (1.5 km grid resolution), geo-referenced outdoor service availability in each microzone (with direct links to providers' websites), and users' individual physical condition. Recommendations are generated through an AI-assisted architecture built upon an expert-developed algorithmic map linking activity type, physiological effort demand, meteorological exposure, and individual physical capacity. Effort compatibility is operationalized through the Metabolic Equivalent of Task (MET), enabling alignment between activity demand and user capability, including considerations related to exertion physiology and vulnerability to extreme weather conditions.

The development process followed a Design Thinking framework (empathize, define, ideate, prototype, test) and incorporated iterative AI training to minimize hallucinations and ensure transparency in recommendations. Natural voice recognition enables intuitive interaction, reducing cognitive burden when processing complex environmental information. Usability validation was conducted with both advanced users (e.g., outdoor service professionals) and non-expert users (tourists and residents). A mixed-methods approach combined behavioural metrics (task success, completion time), neurophysiological techniques (eye tracking and cognitive load indicators), and subjective evaluation through the System Usability Scale (SUS).

Preliminary findings indicate that voice interaction and expert-grounded effort modelling enhance perceived usefulness and trust, while high-resolution micro-meteorological visualization improves situational awareness without increasing cognitive overload when appropriately structured. The study contributes to the literature on climate-informed tourism decision support systems by demonstrating how behavioural design principles, physiological modelling, and AI-supported recommendation architectures can be

integrated within a robust usability evaluation framework. The findings provide guidance for designing climate-responsive digital tools that enhance safety, personalization, and decision quality in outdoor tourism contexts.

Keywords: Climate-smart tourism; User experience (UX); Design Thinking; AI-driven decision support; Outdoor activity personalization

Principales líneas de acción climática en la planificación turística a escala local

María Belén Gómez Martín[1], Xosé Antón Armesto López[1], Martí Cors Iglesias[1] y Emilio Martínez Ibarra[2]

[1] Departamento de Geografía (Universitat de Barcelona)
[2] Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física (Universidad de Granada

bgomez@ub.edu; armesto@ub.edu; marti.cors@ub.edu; emibarra@ugr.es

Resumen: El cambio climático confiere un elevado grado de vulnerabilidad a los destinos turísticos. Todos los destinos están expuestos a la posibilidad de ser afectados negativamente en este escenario de cambio. Sin embargo, aún en el caso de mostrar similares condiciones geográficas y tipos de amenazas, los destinos turísticos presentan diferentes grados de vulnerabilidad en función de las disímiles estrategias de acción climática formuladas en ellos y en función de las políticas implementadas. Estas cuestiones diferenciales son las que, en definitiva, determinan la competitividad y la resiliencia del turismo, así como la distribución de los costes y beneficios entre todos los actores territoriales y turísticos directa o indirectamente implicados en la actividad.

Si bien nadie discute ya la importancia de tener en cuenta el cambio climático y sus efectos asociados en la planificación y gestión de los destinos turísticos, sí que a menudo se pasa por alto el potencial de la acción climática a escala local, pensando erróneamente que ésta únicamente está reservada a la escala regional, estatal o supraestatal. Así, por ejemplo, las administraciones estatales o regionales que tienen competencias sobre la planificación turística a menudo elaboran planes de acción climática sectoriales, que suelen estar vinculados a iniciativas de rango superior. Sin embargo, son los destinos turísticos los que juegan un papel estratégico en la concreción de esta acción climática en la escala local. La planificación y gestión turística a escala destino puede (y debe) incluir acciones directamente enfocadas a mitigar el cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), así como promover acciones dirigidas a incentivar la conciencia climática o los comportamientos turísticos sostenibles. Del mismo modo, la planificación y gestión turística a escala local debe contemplar estrategias para ayudar en el propósito de la adaptación a las consecuencias del cambio climático. En este contexto, esta aportación explora las principales líneas de acción climática definidas en los planes estratégicos vigentes en una selección de destinos turísticos en España. Para ello, se realiza un análisis de contenido de estos que adopta un abordaje crítico que tiene en cuenta los objetivos y contextos de elaboración de los documentos de planificación. Los resultados indican que, si bien existen lineamientos comunes en materia de adaptación y mitigación del cambio climático, se detectan diferentes intensidades de aplicación en función del modelo turístico subyacente, así como acciones específicas para acomodarse a las particularidades del destino.

Palabras clave: Cambio Climático, Adaptación, Mitigación, Planificación estratégica.

La influencia de la meteorología en la movilidad ciclista urbana: implicaciones para la gestión adaptativa a partir del caso de Barcelona

Antoni Carneros Escudero

Universidad de Barcelona

toni.carneros@ub.edu

Resumen: En las últimas décadas, la movilidad ciclista urbana ha experimentado un crecimiento progresivo en muchas ciudades, impulsado por políticas públicas orientadas a la sostenibilidad, la mejora de la salud y la reducción de emisiones. La evaluación de estas políticas se basa habitualmente en el análisis de indicadores anuales de demanda, cuya evolución se interpreta, en la mayoría de los casos, a partir de factores socioeconómicos, infraestructurales o normativos. Sin embargo, este enfoque tiende a infravalorar el papel de la variabilidad meteorológica como condicionante de la movilidad cotidiana.

Este trabajo plantea la necesidad de incorporar de forma sistemática la precipitación en la interpretación y gestión de la movilidad ciclista urbana, con el objetivo de mejorar la capacidad de adaptación de las políticas públicas ante contextos climáticamente variables. El estudio se apoya en el caso de Barcelona, una ciudad mediterránea donde la movilidad ciclista ha crecido de forma sostenida en los últimos años y donde la precipitación presenta una elevada variabilidad interanual. A partir de datos masivos procedentes de contadores automáticos de bicicletas y del sistema público de bicicletas compartidas (Bicing), se analizan los efectos de la precipitación sobre la movilidad ciclista.

Los resultados muestran que la precipitación ejerce una influencia significativa sobre la demanda ciclista y puede condicionar la lectura de las tendencias anuales. En particular, se observa que periodos con precipitaciones persistentes o excepcionalmente intensas alteran las tendencias esperadas de uso de la bicicleta, pudiendo generar estancamientos o descensos coyunturales que no responden necesariamente a un cambio estructural en la demanda, especialmente cuando estas condiciones se prolongan durante semanas, meses o incluso años. A partir de estos hallazgos, se subraya la importancia de adoptar enfoques de gestión adaptativa que integren explícitamente la información pluviométrica en los sistemas de seguimiento y evaluación de la movilidad urbana. Esta integración permitiría interpretar con mayor precisión la evolución de la demanda, evitar diagnósticos erróneos y mejorar la toma de decisiones en el diseño y ajuste de las políticas de movilidad sostenible en contextos de creciente variabilidad climática.

Palabras clave: Barcelona, Movilidad ciclista, Adaptación, Resiliencia.

Aproximaciones geográficas a un paisaje criosférico poco explorado: Primeros aportes al estudio del potencial turístico de los penitentes andinos

Laura Malermo

Departamento de Geografía, Universitat de Barcelona

penitentesmalermo@gmail.com

Resumen: El turismo glaciar, como modalidad especializada del turismo de montaña, ha adquirido relevancia global desde fines del siglo XIX. En los Andes su desarrollo ha sido desigual, con glaciares incorporados a los circuitos turísticos en distintos niveles de formalidad y consolidación.

Este trabajo examina el valor geográfico y el potencial turístico de una crioforma característica de los Andes centrales: los penitentes. Estas estructuras, originadas por ablación diferencial, se desarrollan en ambientes glaciales y periglaciales de alta montaña. Su relevancia científica, su singularidad estética y su sensibilidad frente al cambio climático los convierten en posible recurso turístico. Aunque no han sido integrados formalmente a los circuitos turísticos, comienzan a aparecer ofertas comerciales que utilizan su peculiaridad, lo que plantea oportunidades y desafíos para orientar su posible valorización bajo criterios de sostenibilidad, educación ambiental y turismo responsable.

La investigación combinará catastro, revisión de páginas web de rutas de montañismo, georreferenciación y análisis del uso actual de esta crioforma como atractivo turístico. En una primera etapa se estudiará su distribución en relación con la altitud, la latitud y la estacionalidad. Se describirán y analizarán las zonas que actualmente presentan algún tipo de turismo asociado a la visita de campos de penitentes, junto con los impactos asociados a este turismo emergente.

Se plantea la hipótesis de que los penitentes forman parte de un ecosistema frágil, indicador de cambio climático, dependiente de las condiciones atmosféricas y vulnerable a los efectos de un turismo masivo sin control de la capacidad de carga (a diferencia de los montañistas que los atraviesan como parte de su ruta hacia una cumbre) y sin un sistema de control de accesos. Por ello, se propone un manejo territorial cuidadoso, orientado a la conservación y a la sensibilización de visitantes y guías que exploten este atractivo. Se sugiere impulsar su valoración mediante iniciativas de turismo científico, educativo y de interpretación del paisaje, articuladas con iniciativas locales que fortalezcan la planificación territorial y la sustentabilidad.

Este enfoque permitiría visibilizar un patrimonio natural poco explorado dentro de los paisajes criosféricos andinos y promover un equilibrio entre conservación, desarrollo local y turismo responsable en alta montaña.

Palabras clave: Penitentes, Andes, Turismo glaciar, Recurso turístico emergente, Patrimonio Natural.

Sub-seasonal and seasonal climate predictions for a sporting goods retailer company: co-development of a climate service from scratch

Albert Soret[1], Albert Martínez-Boti[1,2], Raul Marcos-Matamoros[1,3], Nube Gonzalez-Reviriego[1], Francesc Roura-Adserias1, Lluís Palma[1],Sergio Benito[4], Sergio González-Ubierna[5,6]

[1] Earth Sciences Department, Barcelona Supercomputing Center, Plaça d'Eusebi Güell, 1-3, Barcelona 08034, Spain
[2] Present address: CMCC Foundation - Euro Mediterranean Center on Climate Change, Italy
[3] Department of Applied Physics, University of Barcelona, Av. Diagonal 647, Barcelona 08028, Spain
[4] Data&AI Department, Decathlon España, San Sebastián de los Reyes, Madrid, Spain
[5] Sustainability Department, Decathlon España, San Sebastián de los Reyes, Madrid, Spain
[6] Present address: Department of Chemistry in Pharmaceutical Sciences (teaching unit of Edaphology), Complutense University of Madrid. Pza. Ramón y Cajal s/n, Madrid 28040, Spain

albert.soret@bsc.es

Abstract: Predicting variations in weather conditions beyond a few days is of great interest to decision-makers, as this time horizon aligns with the strategic planning needs of stakeholders in climate-vulnerable sectors affected by seasonality. While the effects of climate variability are well understood in sectors such as energy and agriculture, where the potential applications of climate predictions in decision-making are already being explored, in other sectors, the direct impacts of climate variability on operations or on defining seasonal transitions remain unclear. In this context, our paper describes the knowledge exchange and co-development process carried out during the co-production of an operational climate service for a sports retail company. We developed a climate service that combines sub-seasonal and seasonal forecasts to provide tailored and user-friendly climate information for the upcoming weeks and months. The operational system supported decision-making in selected stores over a year, with regular evaluations helping to build trust in the service and informing new developments for an improved version. This study demonstrates that a co-production approach, where interaction between the user and the scientist is established early in the forecast product development, is fundamental to the creation of a successful climate service. Beyond this specific case, the long-term aim of the work is to compile and synthesise the lessons learned in developing this service at sub-seasonal and seasonal timescales, to encourage its adoption in other comparable retail businesses also affected by climate variability (e.g. the fashion industry, food-snack production or tourism).

Keywords: co-development, sub-seasonal predictions, seasonal forecast, retail sector, climate service.

Vulnerabilidad socioeconómica ante el cambio climático a nivel municipal: La necesidad de un cambio en los estilos de desarrollo. El caso de San Cristóbal de La Laguna

Alejandro Samuel Herrera Hernández, Francisco José de Armas Castellano, Juan Israel García Cruz y Serafín Corral Quintana

Grupo de Investigación Pensares; Universidad de La Laguna (ULL)

alu0101235400@ull.edu.es; alu0101330327@ull.edu.es;
jgarciac@ull.edu.es; scorral@ull.edu.es

Resumen: Este trabajo analiza la vulnerabilidad socioeconómica ante el cambio climático en el municipio de San Cristóbal de La Laguna, a fin de mostrar cómo las desigualdades acumuladas en el territorio condicionan tanto la distribución del riesgo como los márgenes reales de adaptación ante la emergencia climática. El análisis parte de la idea de que la vulnerabilidad climática no es únicamente consecuencia de los impactos meteorológicos, sino una expresión de las trayectorias de desarrollo y de las estructuras socioeconómicas que las sostienen. Desde esta perspectiva, el caso de estudio permite reflexionar sobre la necesidad de reorientar los estilos de desarrollo vigentes, integrando la justicia social y la sostenibilidad en la planificación.

La metodología adopta un enfoque multidimensional y territorializado a escala de sección censal. El análisis de la vulnerabilidad propuesto se compone de cuatro dimensiones —renta, estructura económica, demografía y condiciones edilicias— construidas a partir del Atlas de Distribución de la Renta de los Hogares y del Catastro. Frente a los índices compuestos habitualmente utilizados, se propone un análisis basado en intersecciones internas dentro de cada dimensión y en una lectura cualitativa de los patrones espaciales mediante sistemas de información geográfica. A partir de estas intersecciones se genera una capa integrada de vulnerabilidad socioeconómica, que se cruza con las proyecciones climáticas del IPCC (AR5) y regionalizadas por el Grupo GOTA-ULL para temperaturas máximas, temperaturas mínimas e índice de aridez en escenarios actuales y futuros (RCP 4.5 y RCP 8.5).

Los resultados revelan que las áreas con mayores fragilidades socioeconómicas —caracterizadas por bajos ingresos, dependencia de rentas institucionales, estructuras demográficas sensibles y un parque residencial envejecido— coinciden con las zonas más expuestas al incremento térmico y la intensificación de la aridez. Esta convergencia pone de manifiesto un patrón territorial que no puede entenderse sin atender a los procesos socioeconómicos que lo han configurado. El diagnóstico de riesgo compuesto obtenido permite priorizar las políticas de adaptación, y se inscribe en los debates sobre postcrecimiento subrayando que reducir la vulnerabilidad climática requiere simultáneamente redistribuir riqueza, mejorar las condiciones de vida y revisar críticamente las trayectorias de desarrollo que han producido estos paisajes de fragilidad.

Palabras clave: vulnerabilidad socioeconómica, desigualdad territorial, riesgo compuesto, postcrecimiento, capacidad de adaptación.

Climate-Driven Risks in Isolated Power Systems: The Impact of Saharan Dust on Photovoltaic Generation

Claudia Gutiérrez, Rubén Vázquez, E. Scott, F.J. Álvarez-García, J.C. Carlos Nieto-Borge y W. Cabos

Universidad de Alcalá, Departamento de Física y Matemáticas

claudia.gutierreze@uah.es

Abstract: Saharan dust intrusions have a significant impact in certain regions of the world. They reduce solar radiation reaching photovoltaic (PV) panels and can deposit on them, decreasing energy production. The European Union has recognized the heightened vulnerability of island regions to climate change, stressing the importance of tailored adaptation strategies. These regions, with their reliance on energy imports and seasonal demand peaks due to tourism, must increase renewable energy integration to reduce both greenhouse gas emissions and external energy dependence. However, higher reliance on renewables makes energy generation more sensitive to atmospheric variability. This study examines if Saharan dust intrusions could lead to a significant risk for an isolated electrical system with high photovoltaic (PV) penetration. To this aim we analyse the Canary Island system which is an archipelago highly exposed to this events. The risk arises from the increasing frequency of these dust events combined with the system's vulnerability, which becomes critical when reduced PV production, caused by suspended or deposited dust, coincides with periods of high electrical demand. The results are derived using a comprehensive methodology that includes: automatic classification of daily production types based on meteorological variables to detect dust events and analysis of the system's vulnerability by determining the joint probability of low PV production during dust intrusions and high demand periods. The results lead to the development of a qualitative risk index incorporating hazard, exposure, and vulnerability. This integrated approach enhances the understanding of risks associated with high aerosol loads and supports the formulation of mitigation strategies to ensure energy reliability in isolated systems.

Keywords: renewable energy, climate impacts, dust events, photovoltaic energy

Fiscal Exposure to Natural Disasters: Methodological Approach to Budget Integration in Transition Economies

Dusan Markovic and Milos Milosavljevic

University of Belgrade – Faculty of Organizational Sciences, Jove Ilica 154, 11000 Belgrade

dm20233908@student.fon.bg.ac.rs; milos.milosavljevic@fon.bg.ac.rs

Abstract: Climate change represents one of the most significant contemporary socio-economic challenges, directly affecting global growth and development. The increasing frequency and intensity of natural disasters have substantially heightened governments' exposure to fiscal risks. Beyond their immediate physical and social consequences, natural disasters generate considerable fiscal costs through emergency expenditures, revenue losses, reconstruction and rehabilitation spending, and long-term pressures on fiscal stability and public debt sustainability. In this context, the paper develops a clearly structured methodological framework for managing fiscal risks arising from natural disasters, with particular emphasis on their systematic integration into the budgetary process.

Despite the growing importance of climate-related risks, public policies have often failed to recognize them adequately. Although climate considerations are increasingly incorporated into national strategies, significant gaps remain in adaptation measures and in reducing the fiscal impacts of climate-related events. Natural disasters and associated risks are frequently addressed on an ad hoc basis, typically only after their occurrence, and without standardized methods for risk management and absorption. Accordingly, this paper aims to enhance the budgetary process through the integration of identified fiscal risks into medium-term budget planning and annual budget preparation. By establishing risk-monitoring indicators and defining procedures for their regular disclosure, the proposed approach strengthens fiscal transparency and accountability, thereby contributing to greater public trust. The paper also highlights the need for systemic mechanisms for the prevention and mitigation of fiscal risks, as well as for the development of structured response strategies in the event of their materialization.

The empirical application of the proposed methodology is conducted using the case of the Republic of Serbia, a country characterized by significant exposure to natural disasters, a still-developing framework for disaster-related fiscal risk management, and limited fiscal space. The proposed framework provides practical guidance for strengthening governments' fiscal positions and enhancing fiscal flexibility by supporting a transition from reactive financing toward a proactive, rules-based approach to the budgetary integration of disaster-related risks. The findings are particularly relevant for policymakers and institutions responsible for fiscal policy and climate governance, while the methodology is transferable to other countries facing similar climatic and fiscal challenges.

Keywords: natural disasters; fiscal risks, transition economy; Serbia.

Factores sociodemográficos en la percepción y comprensión de los avisos meteorológicos y la activación de los planes de emergencia en las islas Canarias (España)

Fernando Medina Morales[1], Alessandro Indelicato[2], Pablo Máyer Suárez[1] y Lorenzo Quesada Ruiz[1]

[1] Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Grupo de Investigación en Geografía Física, Medio Ambiente y Tecnologías de la Información Geográfica (GEOTIGMA), Instituto de Oceanografía y Cambio Global (IOCAG)
[2] Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Análisis de Economía Aplicada

fernando.medina@ulpgc.es; pablo.mayer@ulpgc.es; lorenzo.quesada@ulpgc.es; alessandro.indelicato@ulpgc.es

Resumen: La efectividad de los sistemas de avisos meteorológicos está directamente relacionada con la comprensión y la respuesta de la ciudadanía. Esta investigación analiza la percepción del riesgo, el nivel de entendimiento y la confianza en los avisos meteorológicos de la AEMET y en los boletines de activación de los planes de emergencia de Protección Civil en las Islas Canarias, a partir de una encuesta estructurada a 902 personas. El estudio examina diversas variables sociodemográficas que influyen en la percepción de riesgo personal y familiar, así como en la incertidumbre durante la toma de decisiones.
Los principales resultados muestran que, aunque el 73,9 % de los encuestados posee un buen conocimiento de los niveles de aviso de AEMET, solo el 41,4 % es capaz de distinguirlos de las activaciones de los planes de Protección Civil. Además, el 36,1 % declaró sentirse desorientado respecto a qué acciones debe realizar. El análisis de conglomerados identificó un grupo denominado “Informados y Confundidos” (43,8 %), que, pese a poseer conocimientos, se siente inseguro. La principal causa de esta incertidumbre es la “falta de claridad en las acciones recomendadas” (85,9 % de los motivos de confusión).

Estos resultados evidencian la necesidad urgente de evolucionar desde mensajes meramente informativos hacia mensajes prescriptivos, que indiquen claramente las medidas de protección que deben adoptarse, además de reforzar la coordinación institucional entre los servicios meteorológicos y los organismos de protección civil para optimizar la respuesta ciudadana ante eventos meteorológicos extremos.

Palabras clave: Percepción del riesgo, comunicación del riesgo, alerta temprana, educación, avisos meteorológicos.

Involucrando comunidades técnicas y científicas en simulación climática y meteorológica mediante redes y colaboración

María Arista-Romero y Rosa Rodríguez-Gasen

Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS), Barcelona

maria.arista@bsc.es

Abstract: Una comunicación eficaz y sostenida es fundamental para involucrar a comunidades de usuarios técnicos en la investigación climática y meteorológica computacional, un ámbito caracterizado por una elevada complejidad científica, una rápida evolución de las herramientas y una gran diversidad de perfiles y necesidades. El objetivo de esta contribución es compartir la experiencia práctica del proyecto ESiWACE3 en el diseño y aplicación de estrategias de comunicación y participación comunitaria, destacando aquellas acciones que han resultado eficaces, así como los principales retos encontrados.

ESiWACE3 (Centre of Excellence in Simulation of Weather and Climate in Europe) es un Centro de Excelencia europeo que apoya a la comunidad de modelización del sistema terrestre mediante servicios avanzados de computación, formación especializada y apoyo experto. A lo largo del proyecto se ha desarrollado una estrategia de comunicación, difusión y participación adaptada a una comunidad de práctica que incluye modeladores del sistema terrestre, especialistas en computación avanzada, científicos en etapas iniciales de su carrera y proveedores de tecnología. Esta estrategia combina el uso de redes sociales, newsletters y contenidos web especializados con la organización de eventos como talleres, hackatones y actividades formativas.

La experiencia muestra que uno de los principales desafíos es que muchos usuarios expertos no utilizan habitualmente las redes sociales como canal de intercambio profesional, a pesar de su creciente importancia para la visibilidad y la conexión en comunidades distribuidas. Sin embargo, cuando las plataformas y los formatos se adaptan al comportamiento de la audiencia, las redes profesionales como LinkedIn se convierten en un canal eficaz para aumentar la visibilidad de los servicios, reforzar la participación y mantener el contacto con la comunidad a lo largo del tiempo. Asimismo, el uso de campañas específicas y formatos visuales breves, como vídeos cortos e infografías, ha facilitado la comunicación de desarrollos técnicos complejos y ha contribuido a fortalecer las conexiones entre usuarios, proveedores de servicios y expertos.

Las lecciones aprendidas en ESiWACE3 ponen de manifiesto que las redes sociales no sustituyen a la comunicación científica tradicional, sino que la complementan, y pueden desempeñar un papel clave en el desarrollo y la consolidación de comunidades especializadas en clima y meteorología.

Keywords: Comunicación, Simulación climática, super-ordenador

Construyendo puentes entre ciencia y sociedad en el contexto del cambio climático

Rosa Rodríguez-Gasén, María Arista-Romero y Departamento de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ciencias de la Tierra, Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS)

rosa.rodriguez@bsc.es; maria.arista@bsc.es; earth-communication@bsc.es

Resumen: La comunicación, la diseminación y la divulgación científica desempeñan un papel cada vez más central en la importancia social de la investigación climática. Más allá de la generación de conocimiento científico sólido y de calidad, se espera que los centros de investigación faciliten que los resultados sean comprensibles, accesibles y útiles para una diversidad de públicos, contribuyendo así a una mejor percepción del riesgo climático, a la toma de decisiones informadas y al fortalecimiento de la gobernanza climática.

Esta charla presenta el enfoque y las principales acciones de comunicación, diseminación, divulgación e interacción con los usuarios y los stakeholders desarrolladas en el Departamento de Ciencias de la Tierra del Barcelona Supercomputing Center–Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS). Se abordarán las estrategias orientadas a distintas audiencias, desde la comunidad científica y los responsables de políticas públicas hasta el ámbito educativo, los medios de comunicación y la ciudadanía, así como su papel en la construcción de narrativas climáticas rigurosas frente a la desinformación y los discursos negacionistas.

Asimismo, se analizarán los retos asociados a la coordinación de actividades de comunicación y transferencia del conocimiento en el marco de proyectos de investigación diversos, con objetivos, escalas y ritmos diferentes, y la relevancia de los equipos dedicados a la integración del conocimiento como puente entre la producción científica y la comunidad usuaria. La ponencia explorará cómo los enfoques participativos, los procesos de cocreación y el uso de formatos de comunicación adaptados pueden reforzar la confianza, favorecer el aprendizaje mutuo y generar sinergias entre ciencia, políticas de transición ecosocial y acción colectiva.

Finalmente, a partir de la experiencia acumulada, se compartirán algunos aprendizajes transferibles y se plantearán cuestiones abiertas relacionadas con la evolución de las prácticas de divulgación y comunicación científica, en particular en lo relativo al paso desde acciones puntuales hacia enfoques más integrados y coherentes. Estas reflexiones se enmarcan en los debates actuales sobre comunicación climática, participación social y gobernanza y buscan aportar elementos útiles para el intercambio de experiencias entre distintos contextos y disciplinas.

Palabras clave: comunicación; diseminación; divulgación; user engagement; cocreación

Ratcheting up Paris

Humberto Llavador[1], John Roemer[2] and Thomas Stoerk[3]

[1] Universitat Pompeu Fabra & Barcelona School of Economics
[2] Yale University
[3] National Bank of Belgium, LSE & Barcelona School of Economics

t.a.stoerk@lse.ac.uk

Abstract: The Paris Agreement is designed to increase climate ambition gradually through a process of ratcheting up. What is the plausible endpoint of this process? We develop a tractable integrated assessment model in which countries interact through a decentralized general equilibrium and negotiate unanimously over a global carbon budget, with all mitigation implemented via a global carbon price. We prove the existence and uniqueness of a unanimous international agreement on global emissions, in which carbon pricing revenues are redistributed across countries in proportion to marginal climate damages. In a quantitative application for 154 countries, the resulting equilibrium limits global mean surface temperature change to 1.51°C, at a carbon price of 320 USD/tCO 2 . The associated international transfers of carbon pricing revenue are progressive toward lower-income countries and amount to about 0.8% of global GDP annually - an order of magnitude larger than the Paris Agreement's original climate finance target.

Keywords: Paris Agreement, climate policy, international environmental agreement, climate economics

Integración de la comunicación científica en los productos atmosféricos de España: aportaciones de RESPIRE y CAMS-NCP

Karinna Matozinhos[1], Marc Guevara[1], Paula Castesana[1], Paula Camps[1], Ivan Lombardich[1], Oliver Legarreta[1], Antonia Frangeskou[1], Diana Urquiza[1], Carles Tena[1], Francesco Benincasa[1], Elliott Steven[1], Santiago Ramírez[1], Carlos Pérez García-Panda[1], Yolanda Luna[2], Ernesto Barrera[2], Omaira Elena García Rodríguez2; Rubén del Campo[2]

[1]Barcelona Supercomputing Center (BSC).
[2]Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

karinna.matozinhossc.es

Resumen: La comunicación climática se ha consolidado como un componente fundamental para la gobernanza efectiva del cambio climático, especialmente en contextos donde la toma de decisiones requiere integrar información científica compleja, gestionar incertidumbres y considerar múltiples escalas territoriales. En este marco, el proyecto high-Resolution air Emissions Systems to suPport modelIIng and monitoRing Efforts (RESPIRE) y el componente español del Copernicus Atmosphere Monitoring Service – National Collaboration Programme (CAMS-NCP), desarrollados conjuntamente por el Barcelona Supercomputing Center (BSC) y la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), ofrecen un caso de estudio sobre cómo la comunicación científica puede integrarse estratégicamente en proyectos atmosféricos avanzados para potenciar su impacto social, institucional y político.

RESPIRE tiene como objetivo mejorar las estimaciones de emisiones atmosféricas en España para apoyar el modelado de la calidad del aire y la monitorización de gases de efecto invernadero. En particular, el pilar RESPIRE-CLIMA se centra en la cuantificación de flujos de dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4) a alta resolución espacial y temporal mediante métodos basados en datos de actividad y observaciones atmosféricas. Un elemento central del proyecto es el desarrollo de una aplicación web orientada a usuarios que permite visualizar flujos de emisiones y resultados de modelización de forma intuitiva. Esta herramienta traduce resultados científicos complejos en información accesible y potencialmente accionable para administraciones públicas, responsables políticos, comunidad científica, sector privado y ciudadanía.

Desde su concepción, RESPIRE incorpora la comunicación como un eje transversal que combina interfaces digitales, talleres participativos con actores institucionales, sesiones formativas, informes técnicos y acciones de difusión en medios y redes sociales. Este enfoque contribuye a mejorar la percepción del riesgo climático, facilitar la comprensión de los procesos de emisión y mitigación, y reforzar la confianza en la ciencia mediante una comunicación transparente de capacidades, limitaciones e incertidumbres.

Por su parte, el CAMS-NCP promueve la adopción y adaptación de los productos del servicio europeo CAMS para su integración en los sistemas oficiales de información ambiental en España, apoyando así la implementación de políticas públicas relacionadas con la calidad del aire y la reducción de emisiones. Su estrategia de comunicación busca reforzar la visibilidad, comprensión y uso de los productos de CAMS a escala nacional, regional y local.

Basándose en la red de usuarios creada durante la primera fase del programa, la Fase 2 implementa un plan estructurado de comunicación y participación que incluye actualizaciones periódicas de contenidos web, campañas coordinadas en prensa y redes sociales, desarrollo de casos de uso, participación en eventos científicos y ambientales y la organización de foros anuales de usuarios. Estos espacios fomentan el diálogo técnico, la cocreación de conocimiento y la interacción entre productores de datos y usuarios institucionales.

La experiencia acumulada en ambas iniciativas pone de relieve la importancia de la cocreación con usuarios, la transparencia en la comunicación de incertidumbres y la adaptación de los mensajes a distintos contextos de decisión. A pesar de los retos asociados a la comunicación de información atmosférica compleja a públicos diversos, los resultados son significativos. RESPIRE ha recibido reconocimiento internacional por parte del Integrated Global Greenhouse Gas Information System (IG3IS) de la Organización Meteorológica Mundial, mientras que el CAMS-NCP continúa ampliando su comunidad de usuarios y reforzando la articulación entre servicios atmosféricos europeos y necesidades nacionales. En conjunto, ambas iniciativas ilustran cómo la integración estratégica de la comunicación en proyectos científicos puede fortalecer la gobernanza climática y facilitar respuestas sociales e institucionales más informadas frente al cambio climático.

Palabras clave: Comunicación científica, cocreación, cambio climático, calidad del aire.

Estrategias participativas para una transición hacia una sociedad más sostenible y resiliente. Dibujando futuros comunes

Monserrat Llasat-Botija[1,2], María del Carmen Llasat-Botija[1,2] y Laura Esbrí[3]

[1] Dept. de Física Aplicada. Facultad de Física. Universitat de Barcelona.
[2] Institut de Recerca de l'Aigua (IdRA). Universitat de Barcelona.
[3] Agencia Estatal de Meteorología

mllasat@meteo.ub.edu; carmell@meteo.ub.edu; lesbri@meteo.ub.edu.

Resumen: Para afrontar el cambio climático y sus impactos, y cumplir con el Pacto Verde Europeo, se requiere un proceso de transformación que integre mitigación y adaptación de forma simultánea. Esta transformación no puede llevarse a cabo sin un compromiso social que implique cambios de comportamientos individuales y colectivos. En este sentido, las metodologías de ciencia ciudadana y co-creativas representan una oportunidad.

En este contexto de riesgos hidrometeorológicos que previsiblemente empeorarán con el tiempo, y con el objetivo de mejorar la resiliencia de manera sostenible, en 2022 se puso en marcha el Barcelona Living Lab on Extreme Events (Barcelona LLEE). Centrado en el Área Metropolitana de Barcelona, se desarrolló en el marco del proyecto europeo I-CHANGE (2021- 2025, H2020 No 101037193) junto con otros siete "living labs" (LLs) situados en diferentes países representando diferentes características sociológicas, geográficas y climáticas. Las metodologías utilizadas en los LLs fueron participativas y basadas en la co-creación (design thinking, focus groups, serious games…). Entre las herramientas con las que se contó para la toma de datos destacaron diversos tipos de sensores low-cost de variables meteorológicas y de contaminación y una APP para móviles (FLOODUP).

En esta comunicación, se presentará un análisis de las metodologías aplicadas y estrategias para implicar a las personas participantes y promover acciones y cambios de comportamiento; con especial atención a las principales barreras y oportunidades identificadas, así como la incorporación del proyecto en centros educativos y en el currículum escolar. Finalmente se describirá cómo han contribuido estos procesos a la investigación y a los objetivos científicos del proyecto

Palabras clave: co-creación, ciencia ciudadana, participación, cambio climático, resiliencia

Evaluando el éxito de la adaptación climática: tensiones y casos empíricos en urbes de Argentina, Chile y España

Ana Terra Amorim-Maia[1], Marta Olazabal[2] y Cecilia Alda-Vidal[1]

[1] Basque Centre for Climate Change, BC3
[2] Basque Centre for Climate Change, BC3
e Ikerbasque, Basque Foundation for Science

ana.amorim@bc3research.org ; marta.olazabal@bc3research.org;
cecilia.alda@bc3research.org

Resumen: La medición del éxito de la adaptación al cambio climático constituye un terreno profundamente disputado y politizado, tanto en la investigación como en la práctica. Aunque en los últimos años han proliferado marcos, indicadores y métricas para evaluar la adaptación, estos a menudo no logran captar las tensiones sociales, epistemológicas y políticas que atraviesan los procesos adaptativos. Este trabajo parte de la hipótesis de que dichas tensiones no representan un obstáculo técnico a resolver, sino un rasgo constitutivo de la adaptación, con implicaciones directas para la forma en que se gobierna, evalúa y comunica la adaptación. La contribución combina dos fuentes principales. En primer lugar, se apoya en 50 entrevistas en profundidad con expertos y expertas en adaptación de distintas regiones, disciplinas y sectores, que permiten identificar tensiones recurrentes en torno a qué se entiende por "éxito" y cómo puede (o no) medirse. En segundo lugar, estas tensiones se ilustran empíricamente mediante estudios de caso de medidas de adaptación en ciudades latinoamericanas y españolas - Rosario (Argentina), Santiago de Chile, Madrid y Sevilla - lo que permite contrastar cómo estas tensiones se expresan en contextos institucionales y políticos distintos mediante intervenciones como redes de refugios climáticos, soluciones basadas en la naturaleza, diseño del espacio público urbano y el uso de agua regenerada. Los resultados muestran una tensión persistente entre concebir el éxito de la adaptación como proceso (centrado en la participación y la gobernanza) o como resultado (asociado a la implementación e impactos a largo plazo). En los casos analizados, estas tensiones se materializan en debates sobre la dificultad de atribuir impactos a intervenciones concretas, el diseño de indicadores para medir dimensiones intangibles como la reducción de vulnerabilidades y la mejora del bienestar, y los desajustes entre los distintos horizontes temporales de la investigación y la gobernanza climática. Frente a ello, emergen enfoques que priorizan procesos participativos de monitoreo, evaluación y aprendizaje continuos y situados, reemplazando métricas cerradas o universales. En conjunto, la ponencia invita a repensar la evaluación de la adaptación como un campo de disputa clave para avanzar hacia prácticas de adaptación más justas, reflexivas y situadas.

Palabras clave: Adaptación al cambio climático, Medición de la adaptación, Monitoreo y evaluación, América del Sur, España.

IDAFE: Innovación educativa y acción climática en el sistema educativo canario

Gustavo Pestana Pérez[1], Mª Ángeles Puga García[1], Almudena Ruiz Rodríguez2, Marta Victoria Abreu Hernández[2], Jesús González Navarro[3], Reynaldo Ramos Sánchez[3], Sara Beatriz Santana Santana[3], Alejandro Doramas Cabrera Peñate[3], Facundo Oyola Hernández[3], Raiza Negrín Carlos[3], Sara Rendal Freire[3]

[1] Servicio de Cambio Climático e Información Ambiental
(Viceconsejería de Lucha contra el Cambio Climático del Gobierno de Canarias).
[2] Dirección General de las Enseñanzas, Inclusión e Innovación
(Consejería de Educación, Formación Profesional, Actividad Física y Deportes del Gobierno de Canarias).
[3] Área de Medio Ambiente Las Palmas y Cambio Climático
(Gestión y Planeamiento Territorial y Medioambiental S.A.).

mpuggar@gobiernodecanarias.org;
pea.educacion@gobiernodecanarias.org; proyectoidafe@gesplan.es

Resumen: El Proyecto IDAFE nace como una respuesta estratégica del Gobierno de Canarias ante los retos climáticos que afectan a los territorios insulares, caracterizados por su fragmentación geográfica, presión sobre la franja costera y creciente exposición a episodios de altas temperaturas. En este marco, la Consejería de Transición Ecológica y Energía, en coordinación con la Consejería de Educación, diseñó e impulsó esta iniciativa integrando la acción climática en centros educativos sostenidos con fondos públicos, reforzando el cumplimiento del marco normativo regional en materia climática.

IDAFE tiene como objetivo consolidar una propuesta pedagógica que transforme los centros educativos en espacios de investigación, adaptación y acción climática, aplicando metodologías activas, un diseño mixto de investigación-acción educativa y un enfoque vivencial conectado directamente al entorno escolar. La Situación de Aprendizaje “Guardianes del Planeta” facilita la comprensión del cambio climático desde un enfoque local, permitiendo que el alumnado analice su centro educativo (confort térmico) de forma participada y proponga medidas de adaptación a las altas temperaturas.

La metodología combina formación docente certificada, uso de instrumentos de medición e integración curricular del cambio climático, con acompañamiento técnico continuo y materiales adaptados al contexto insular. Las fuentes utilizadas incluyen marcos normativos regionales, materiales didácticos propios y recursos audiovisuales elaborados por expertos de las universidades públicas canarias.

En la experiencia piloto desarrollada en el curso 2024–2025 participaron 29 centros educativos, 2.500 estudiantes y 150 docentes, que presentaron sus estrategias, experiencias y resultados en un encuentro regional que favoreció el intercambio de ideas y el inicio de una red colaborativa.

En los cursos 2025–2026 y 2026–2027, el proyecto continúa su expansión gracias a la cofinanciación de la Unión Europea en el marco del Programa Canarias FEDER 2021–2027, consolidando su impulso en todas las islas del archipiélago. Asimismo, la ampliación internacional a través de MAC-IDAFE proyecta este modelo con Madeira, Azores y Cabo Verde, configurando una red macaronésica de escuelas resilientes y fortaleciendo la cooperación atlántica en educación climática.

Palabras clave: IDAFE, acción climática, centros educativos, Canarias.

Enseñar el cambio climático: percepciones y estrategias de los futuros docentes de educación primaria en Canarias

Juan Samuel, García-Hernández[1], María Yazmina Lozano Mas[2], María Inmaculada Fernández-Esteban[1] y Abel López-Díez[3]

[1] Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de La Laguna
[2] Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
[3] Cátedra de Reducción del Riesgo de Desastres y Ciudades Resilientes y Grupo de Estudios en Ordenación Territorial y Riesgos (GEORIESGOS), Universidad de La Laguna (ULL), San Cristóbal de La Laguna, España

jgarciah@ull.edu.es; mesteban@ull.edu.es
yazmina.lozano@ulpgc.es; alopezd@ull.edu.es

Resumen: La enseñanza de las ciencias sociales se halla inmersa, desde comienzos del siglo XXI, en un proceso de renovación metodológica y conceptual que abarca desde la formación básica hasta la universitaria. En este marco, uno de los principales desafíos en el ámbito disciplinar de la Geografía reside en la transposición didáctica de contenidos vinculados al quehacer científico y profesional de la disciplina, esenciales para la formación de una ciudadanía informada, crítica y comprometida. Este trabajo analiza las percepciones del profesorado en formación de las universidades de Las Palmas de Gran Canaria y La Laguna sobre la conveniencia de integrar el estudio del cambio climático en las aulas de educación primaria y las posibles formas de abordarlo didácticamente. Las respuestas a los cuestionarios efectuados en el marco de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Sociales vinculadas a la enseñanza-aprendizaje de la Geografía, del Grado de Maestro/a en Educación Primaria han permitido evaluar el interés de los futuros docentes por dicha temática, así como su valoración sobre la formación recibida y su grado de compromiso e implicación ante la emergencia climática. Son asimismo reveladoras las respuestas relativas a las estrategias y metodologías didácticas que emplearían para abordar contenidos curriculares clave —causas y consecuencias del cambio climático, medidas de mitigación y adaptación, fomento de la responsabilidad ecosocial— de los saberes básicos del área de Conocimiento del medio natural, social y cultural. Los resultados muestran, por un lado, que el profesorado en formación reconoce la importancia del estudio de la variable climática en la etapa de Primaria y, por otro, la necesidad de que las estrategias de intervención didáctica abandonen las prácticas centradas únicamente en la descripción y la memorización y dirijan su atención hacia el análisis de la intervención humana en la alteración del sistema. Esto requiere metodologías activas y contextualizadas que sitúen al alumnado como protagonista en la búsqueda de soluciones ante este problema socioambiental.

Palabras clave: emergencia climática, formación del profesorado, currículo LOMLOE, Canarias.

Patrones de comportamiento estatal en gobernanza climática internacional y su afectación a la biodiversidad: un acercamiento desde la comunicación política, la educación ambiental y la geopolítica.

Aarón Chaves Carrillo[1] y María Campos Zuñiga[2]

[1] Universidad Nacional de Costa Rica, Facultad de Ciencias Sociales, Escuela de Relaciones Internacionales
[2] Universidad Nacional de Costa Rica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Escuela de Biología

aaron.chaves.carrillo@est.una.ac.cr; maria.campos.zuniga@est.una.ac.cr

Resumen: El presente trabajo analiza los patrones de comportamiento estatal en la gobernanza climática y su impacto en los daños ambientales, incorporando a su vez como eje temático principal el nivel de reconocimiento institucional que se le da al saber científico sobre el daño ambiental y el cambio climático. Se plantea como hipótesis que cuando la evidencia científica no es correctamente incorporada y deslegitimada en las decisiones estatales, hay un aumento en las probabilidades de decisiones que no ven como prioridad la protección ambiental, lo que se relaciona directamente con consecuencias como la deforestación, la perdida de especies y degradación de ecosistemas. Desde el ámbito político, se analizan comportamientos estatales los cuales adoptan discursos que restan prioridad al impacto ambiental, dichas acciones generan una politización del ambiente y disputas que cuestionan la validez del conocimiento científico, En el plano ambiental, se analizan indicadores como la perdida de cobertura forestal, la degradación ecológica y la perdida de especies, y se vinculan esas mismas consecuencias con patrones de comportamiento estatal. Metodológicamente, la investigación se basa en un enfoque comparativo cualificación, centrado principalmente en periodos asociados a cambios políticos relevantes, mediante un análisis de discursos y documentos oficiales que sustentan decisiones con impacto ambiental. El estudio se apoya en datos satelitales y registros oficiales de deforestación y biodiversidad provenientes de plataformas como Global Forest Watch, PRODES, FAO, reportes a la CMNUCC y la World Database on Protected Areas. Se analizan los casos de Brasil, Estados Unidos e Indonesia, con Costa Rica como contraste institucional, en el periodo 1999–2026.

Palabras clave: gobernanza climática, patrones de comportamiento estatal, reconocimiento científico, politización del ambiente, biodiversidad y geopolítica ambiental.

Governance Barriers to Climate Resilience in European Cities

Lorenzo Chelleri y Eloise Deshayes

Research institute Just and Resilient Carbon Neutral Places JURECA – UIC Barcelona.

lchelleri@uic.es

Abstract: There is a broad consensus that climate targets are failing to be met, while climate plans and policies remain project-driven, fragmented and insufficient. Over the last decade, a growing body of literature has examined the persistent barriers in climate policy implementation, a debate that regained momentum following the COVID-19 pandemic, when many local governments declared climate emergencies. This presentation addresses the causes and mechanisms behind climate policies and plans implementation in European cities. The aim is to provide an updated overview of the current barriers to climate governance implementation, by exploring and sharing with the audience the results of a 3 years research project. The analysis draws on findings from the European project UP2030 – Planning and Design Ready for 2030 - in which we organized 30 workshops in 10 European cities, completed by almost 70 interviews with practitioners from other European cities and an in-depth case study in Milan The findings were published in a special issue titled “Barriers and Enablers to Effective Climate Governance in Cities” which we edited in Frontiers for Sustainable Cities, gathering 18 papers. This broad research highlights three key findings: First, the main barriers to climate governance implementation are rarely isolated issues such as lack of funding, knowledge, or institutional capacity. Instead, implementation is typically hindered by what we define as “vicious circles of barriers”: nested and mutually reinforcing obstacles that create path dependencies and lock cities into ineffective governance routines. Second, while both scientific and policy discourses consistently advocate for integrated climate plans and cross-sectoral actions, implementation realities reveal that integration itself often becomes a source of challenges. Breaking organizational silos and altering established departmental routines creates institutional resistance, disrupting policy processes and slowing down implementation progresses. Third, the perceptions of the barriers vary significantly across actors’ groups. Municipal practitioners tend to be less attuned to structural barriers identified by external actors, revealing a gap between institutional and non-institutional perspectives. This may contribute to the underestimation of barriers and to the absence of targeted implementation strategies. them. These and more insights reveal the poor understanding of the scientific domain when addressing practitioners’ routines, limitations and possible implementation mechanisms accelerating climate agendas implementation, leading to generalizations and gaps between science and policies.

Metodologías activas para la enseñanza de la sostenibilidad y el cambio climático en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria

Abel López-Díez, Nerea Martín-Raya y Jordan Correa

Cátedra de Reducción del Riesgo de Desastres y Ciudades Resilientes y Grupo de Estudios en Ordenación Territorial y Riesgos (GEORIESGOS), Universidad de La Laguna (ULL), San Cristóbal de La Laguna, España

alopezd@ull.edu.es; nmartinr@ull.edu.es; jcorreag@ull.edu.es

Resumen: La educación en sostenibilidad y cambio climático constituye hoy un eje fundamental del currículo de Educación Primaria, respondiendo a la necesidad de formar ciudadanía crítica y comprometida ante los desafíos ambientales actuales. En este contexto, la formación inicial del profesorado debe proporcionar no solo conocimientos científicos básicos, sino también metodologías y recursos didácticos que permitan trasladar estos contenidos al aula de forma activa, comprensible y orientada a la acción. Con este propósito, se desarrolla una experiencia de innovación docente basada en metodologías activas y colaborativas para abordar contenidos vinculados al clima, la sostenibilidad y el cambio climático mediante situaciones de aprendizaje aplicadas y la elaboración de materiales didácticos Esta experiencia se implementa en la asignatura Geografía del Mundo Actual del Grado en Maestro/a en Educación Primaria de la Universidad de La Laguna —cursos académicos 2023-2024 y 2024-2025—.

La propuesta se articula en tres ejercicios prácticos principales. El primero se centra en la elaboración e interpretación de climogramas, permitiendo comprender la diversidad climática española y la singularidad canaria, así como desarrollar competencias de análisis y representación de información climática transferibles al aula. El segundo aborda los Espacios Naturales Protegidos de Canarias como recurso para la educación ambiental, analizando su función ecológica y su potencial educativo para promover actitudes de conservación y uso sostenible del territorio. La tercera práctica se orienta a la enseñanza del cambio climático mediante el diseño de materiales didácticos sobre causas, impactos y medidas de mitigación y adaptación, incorporando además una reflexión sobre el papel docente como agente de cambio.

La experiencia fue evaluada mediante un cuestionario aplicado a un total de 162 estudiantes, obteniéndose 99 respuestas válidas —61,1%—, lo que permite trabajar con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del ±6,2%. Los resultados muestran valoraciones muy positivas, con puntuaciones cercanas a 6 sobre 7 en aspectos como organización de tareas, implicación del alumnado y comprensión de contenidos. Además, ante la pregunta específica sobre si valoraban positivamente su aprendizaje en aspectos vinculados con la sostenibilidad y el cambio climático, más del 90% del alumnado manifestó una evaluación favorable, destacando que las prácticas les permitieron comprender mejor la aplicación de estos contenidos en su futura labor docente.

Palabras clave: innovación docente, aprendizaje colaborativo, recursos didácticos, acción ambiental.

Pioneering Spanish experience in climate shelters practice

Dominic Royé[1,2], Ana Terra Amorim-Maia[3], Elvira Jiménez-Navarro[4], Abel López-Díez[5], Aurelio Tobías[6], Javier Martín-Vide[7,8], Marta Olazabal[3,9]

[1]Biological Mission of Galicia (MBG), Spanish Council for Scientific Research (CSIC), Av. de Vigo, s/n. Campus Vida., 15705 Santiago de Compostela, Spain.
[2]CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Av. Monforte de Lemos, 3-5. Pabellón 11, 28029 Madrid, Spain.
[3]Basque Centre for Climate Change, BC3, Edificio Sede 1, Planta 1, Parque Científico UPV/EHU, 48940 Leioa, Bizkaia, Spain.
[4]Digital Transformation and Governance Research Centre, Universitat Oberta de Catalunya, Rambla del Poblenou 154-156, 08018 Barcelona, Spain.
[5]Land planning and Risks Research Group (GEORIESGOS), Chair on Disaster Risk Reduction and Resilient Cities, University of La Laguna (ULL), Av. César Manrique 6, 38200 San Cristóbal de La Laguna, Tenerife.
[6]Institute of Environmental Assessment and Water Research (IDAEA), Spanish Council for Scientific Research (CSIC), Carrer de Jordi Girona 18-26, 08034 Barcelona, Spain.
[7]Climatology Group, University of Barcelona, Department of Geography, Carrer de Montalegre 6, 08001 Barcelona, Spain
[8]Observatorio Fabra (RACAB), Camí de l'Observatori, s/n, Sarrià-Sant Gervasi, 08035 Barcelona, Spain.
[9]Ikerbasque, Basque Foundation for Science, Euskadi Pl., 5, Abando, 48009 Bilbao, Bizkaia, Spain.

droye@mbg.csic.es

Abstract: As extreme heat events intensify under climate change, cities must strengthen their capacity to protect populations from rising thermal risks. Climate shelters—indoor or outdoor public spaces designed to offer thermally safe conditions—have become essential components of local adaptation strategies. Spain has developed one of the most advanced climate-shelter networks worldwide, providing unique insights at the intersection of climate science, public health, and governance. Heat already causes substantial global mortality, and Spanish evidence shows that both acute and prolonged exposure to moderately high temperatures significantly impact health. This underscores the need for shelters that provide continuous protection throughout extended heat-stress periods, not only during official heat alerts. Effective shelters require strict thermal-comfort standards, with indoor temperatures typically below 26–27 °C, adequate ventilation, seating, and access to drinking water. While outdoor spaces offer cooling benefits, they often fail to ensure safe conditions under severe heat, highlighting the importance of prioritising monitored indoor refuges. Equity is a central dimension of shelter networks. Vulnerability to heat depends on age, health, socioeconomic status, housing conditions, and mobility constraints. Mapping these intersecting vulnerabilities helps strategically locate shelters, ensuring accessibility, inclusiveness, and dignity. In Spain, many shelters additionally host social and cultural activities, reinforcing their role as everyday infrastructures of care rather than solely emergency measures. Governance is equally crucial.

Spain’s experience shows the importance of multi-level coordination, combining national guidance, regional norms, municipal implementation, and community participation. Establishing climate shelters as permanent, socially embedded infrastructures requires stable funding, clear guidelines, participatory planning, and continuous evaluation. Spain’s evolving practice offers valuable lessons for other countries seeking to develop climate shelters as long-term, equitable, and systemic adaptation measures.

Keywords: Climate shelters, Heat adaptation, Urban resilience, Vulnerability mapping, Climate governance

Percepciones climáticas, bienestar psicológico y factores psicosociales asociados al deseo de tener hijos/as en jóvenes chilenos/as

Loreto Villagrán Valenzuela[1], Octavio Rojas Vilches[2], Carolina Alzugaray Ponce[3], Rodrigo Moraga Torres[1]

[1] Dpto. de Psicología, University of Concepción, Chile
[2] Dpto. Planificación territorial y sistemas urbanos, University of Concepción, Chile
[3] Escuela de PsicoloUniversidad Santo Tomás, Concepción, Chile;

lorevillagran@udec.cl; carolinaalzugaray@santotomas.cl

Resumen: Este estudio analiza cómo la conciencia ambiental, como indicador de percepciones frente al cambio climático, se relaciona con el deseo de tener hijos/as en población joven de Chile, considerando el rol del bienestar psicológico y del apoyo social como factores psicosociales asociados a decisiones reproductivas. Se adopta un enfoque cuantitativo para comprender cómo las creencias ambientales, los recursos personales y las condiciones sociales influyen en proyectos de vida en un escenario global de crisis climática. Se utilizó un diseño cuantitativo, transversal, descriptivo y correlacional, aplicado a una muestra intencionada de 353 jóvenes de 20 a 39 años. La recolección se realizó mediante un cuestionario online que incluyó medidas del deseo de tener hijos/as (formato Likert y dicotómico), la Escala Multidimensional de Apoyo Social Percibido, la Escala de Bienestar Psicológico de Ryff y la escala NEP-R de conciencia ambiental.

Se realizaron análisis descriptivos de todas las variables del estudio, seguidos de análisis correlacionales mediante coeficientes de Pearson para examinar asociaciones entre conciencia ambiental, bienestar psicológico, apoyo social y deseo de tener hijos/as. Además, se aplicaron modelos predictivos —regresión logística para la variable dicotómica y modelo generalizado ordinal para la escala Likert— con el fin de identificar predictores significativos del deseo de tener hijos/as

Los resultados muestran que la conciencia ambiental se asocia inversamente con el deseo de tener hijos/as, mientras que dimensiones del bienestar psicológico (especialmente propósito vital y crecimiento personal) y el apoyo social presentan asociaciones directas, aunque de magnitud moderada. Las variables sociodemográficas (como género, religión y situación de pareja) también influyen significativamente, destacando mayores niveles de deseo de procreación en hombres y personas con adscripción religiosa.
Los hallazgos indican que las percepciones climáticas, las creencias sobre riesgos futuros y las redes de apoyo se articulan como elementos influyentes en decisiones reproductivas. Desde el Eje 8, estos resultados muestran la relevancia de integrar educación climática, comunicación del riesgo y gobernanza climática en el análisis de los cambios socioculturales asociados a la crisis ambiental, especialmente en grupos jóvenes.

Palabras clave: percepción cambio climático; gobernanza climática; acuerdos internacionales; comunicación; desinformación y negacionismos

SIMUL_EDUC: Innovación educativa mediante simulaciones interactivas para el aprendizaje de la Geografía Física y la sostenibilidad

Álvaro Castilla Beltrán, Jordan Correa González, Jaime Díaz Pacheco, Pedro Dorta Antequera, María Jiménez Mejías, Nerea Martín Raya

Cátedra de Reducción del Riesgo de Desastres y Ciudades Resilientes. Grupo de Investigación GEORIESGOS. Departamento de Geografía e Historia de La Universidad de La Laguna (España)

acastilb@ull.edu.es; jcorreag@ull.edu.es; jdiazpac@ull.edu.es; pdorta@ull.edu.es; mjimenem@ull.edu.es; nmartinr@ull.edu.es.

Resumen: En un contexto de acelerado cambio global, la comprensión de las dinámicas del sistema Tierra y de los principios de sostenibilidad constituye una necesidad formativa esencial en los estudios de Geografía. El proyecto SIMUL_EDUC surge como una propuesta de innovación docente orientada a fortalecer el aprendizaje de la Geografía Física mediante el uso de modelos computacionales interactivos que favorezcan una aproximación activa y reflexiva a procesos ambientales complejos. El objetivo principal es mejorar la comprensión sistémica de fenómenos como el cambio climático, la erosión y la dinámica fluvial, glaciar y mareal, promoviendo al mismo tiempo el pensamiento crítico y la conciencia sobre la gestión sostenible del territorio. La experiencia se implementa de manera transversal en distintas asignaturas del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio, integrando metodologías de aprendizaje cooperativo y clase invertida. El estudiantado trabaja previamente en grupo con simulaciones interactivas, explorando escenarios, manipulando variables y formulando hipótesis; posteriormente, en las sesiones presenciales, presenta los resultados obtenidos, debate interpretaciones y participa en procesos de coevaluación. Esta dinámica fomenta la construcción colectiva del conocimiento, la argumentación académica y la comunicación científica, al tiempo que facilita la integración vertical de contenidos a lo largo de los cuatro cursos de la titulación. Los primeros resultados, obtenidos en intervenciones en tres niveles del grado (primero, tercero y cuarto), con distintas herramientas de simulación interactiva, evidencian una mejora en la comprensión de los procesos físicos abordados y un alto grado de motivación y satisfacción tanto del alumnado como del profesorado. Asimismo, se observa el desarrollo de competencias específicas y transversales, como el análisis espacial, el trabajo en equipo, la autonomía en el aprendizaje y la competencia digital. Nuestras primeras conclusiones apuntan a que la incorporación de simulaciones interactivas en la docencia universitaria favorece un aprendizaje más profundo, significativo y orientado a la sostenibilidad, contribuyendo a la formación de una ciudadanía crítica y comprometida con los desafíos ambientales contemporáneos.

Palabras clave: innovación educativa; simulaciones interactivas; Geografía Física; sostenibilidad; aprendizaje activo.

Modelos de distribución de especies costeras en base a las tendencias de la temperatura del mar y olas de calor en Canarias

Naira Sosa, Beatriz Alfonso[2], Marina Aliende-Hernández[1], Iván Cano[1], José Carlos Hernández[1]

[1] Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología de la Universidad de La Laguna. Grupo de investigación ECOMAR (Universidad de La Laguna).
[2] Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal. Grupo de investigación ECOMAR. (Universidad de La Laguna)

naira.sosa.09@ull.edu.es; maliende@ull.edu.es; icano@fg.ull.es; jocarher@ull.es; balfonso@ull.es

Resumen: En las últimas décadas, las comunidades marinas costeras del archipiélago canario han experimentado cambios relevantes en su composición y estructura. Al mismo tiempo, la temperatura superficial del mar ha ido en aumento en las últimas décadas junto con la frecuencia e intensidad de eventos térmicos extremos. El objetivo de este trabajo es evaluar la influencia conjunta de las tendencias térmicas y de las olas de calor marinas sobre la distribución, riqueza y abundancia/cobertura de especies bentónicas costeras en Canarias, así como identificar especies indicadoras y áreas con potencial para actuar como refugios climáticos marinos.

Se integraron datos climáticos de alta resolución espacial obtenidos a partir de productos satelitales (1982–2024) con información biótica procedente de muestreos estandarizados realizados entre 2023 y 2025 en 89 localidades intermareales y 75 submareales distribuidas a lo largo del archipiélago. Se analizaron determinadas especies de macroalgas, invertebrados bentónicos y peces costeros mediante modelos aditivos generalizados (GAM), incorporando términos espaciales y descriptores térmicos asociados al calentamiento crónico y a los eventos extremos.

Los resultados evidencian una marcada estructuración espacial longitudinal de las tendencias térmicas, con mayores temperaturas máximas en el sector occidental y una mayor recurrencia e intensidad de olas de calor marinas en el sector oriental. Las respuestas biológicas fueron mayoritariamente no lineales y específicas por especie, identificándose cambios significativos en la abundancia y cobertura de diversos taxones en relación con las variables térmicas. En conjunto, los resultados sugieren la existencia de áreas con menor exposición relativa a eventos extremos, con capacidad para funcionar como refugios climáticos marinos, y proporcionan una base científica sólida para el diseño de estrategias de seguimiento, gestión y conservación de los ecosistemas costeros frente al cambio climático.

Palabras clave: Tendencias climáticas, olas de calor, refugios climáticos marinos, comunidades bentónicas, archipiélago canario.

La importancia de la observación oceánica: Observatorios costeros en el norte de Portugal

Isabel Iglesias, Fabiola Amorim, Luis R. Vieira, Diego del Oro Alcalde, Ana Bio

CIIMAR – Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Porto

iiglesias@ciimar.up.pt; famorim@ciimar.up.pt; bioluis@ciimar.up.pt; dalcalde@ciimar.up.pt; anabio@ciimar.up.pt

Resumen: Para comprender el funcionamiento de los ecosistemas marinos y predecir su evolución frente a las presiones climáticas y antropogénicas es necesario observarlos de manera directa y continua. Observaciones multidisciplinares con alta densidad y resolución espacial y temporal permiten no solo caracterizar estos sistemas, sino también obtener datos fundamentales para la implementación de modelos numéricos y la construcción de gemelos digitales oceánicos. Con esto en mente, se crearon dos observatorios oceánicos multidisciplinares en el norte de Portugal: el CIIMAR Watch y el ATLANTIDA. El CIIMAR Watch, financiado por el CIIMAR, está centrado en los estuarios del Duero y del Lima, así como en transectos perpendiculares a las bocas de estos estuarios en zonas costeras adyacentes. El ATLANTIDA, financiado por la CCDR-N a través de dos proyectos (ATLANTIDA I y II), monitoriza de forma sistemática la zona costera entre Espinho y Caminha. Además de los parámetros físico-químicos y biológicos, la observación de contaminantes emergentes, como los microplásticos, ayuda a completar la lectura de las presiones antropogénicas y a seguir su evolución en el tiempo, ayudando a interpretar la variabilidad ambiental, detectar tendencias y apoyar la gestión. Los parámetros físico-químicos y biológicos (salinidad, temperatura, clorofila, oxígeno), y contaminantes (microplásticos) presentan una gran variabilidad inter- e intra-anual y espacial, que depende de diversos fenómenos físicos presentes en la zona como afloramiento, descargas hídricas y plumas de ríos. Esta variabilidad afecta a las condiciones necesarias para mantener los ecosistemas costeros. Debido a la fuerte actividad económica que supone la pesca en Portugal, y a la intensidad de los eventos extremos que han azotado la orla costera, se refuerza aún más la importancia y la necesidad de una monitorización continua y amplia para comprender y proteger estos sistemas y sus poblaciones.

Palabras clave: Observatorio, variabilidad costera, muestreo, datos in situ.

Olas de calor marinas en el mar Mediterráneo desde la superficie hasta el fondo marino integrando modelos y observaciones

Mélanie Juza[1], Arthur Gonnet[1], Jesús Soriano-González[1], Ronan McAdam[2] y Emma Reyes[1]

1 Sistema de Observación y Predicción Costera de las Islas Baleares,SOCIB
2 Euro-Mediterranean Center on Climate Change, CMCC

mjuza@socib.es; jsoriano@socib.es; ronan.mcadam@cmcc.it; ereyes@socib.es

Resumen: En los últimos años se han observado las temperaturas oceánicas globales más cálidas jamás registradas, lo que evidencia el impacto continuo del calentamiento global sobre el estado y la variabilidad del océano. Estos valores sin precedentes se asocian a la intensificación de eventos extremos, como las olas de calor marinas, con impactos significativos en los ecosistemas marinos y comunidades costeras.
El mar Mediterráneo, reconocido por su gran biodiversidad, es especialmente vulnerable a estos cambios. Estudios recientes basados en observaciones multi-plataforma y modelos, han demostrado un marcado calentamiento, especialmente en las capas intermedias, así como la propagación de olas de calor marinas desde la superficie hacia el interior del océano. Esta presentación ofrece una evaluación exhaustiva de las olas de calor marinas en el mar Mediterráneo, desde la superficie hasta el fondo marino y desde el océano abierto hasta las zonas costeras. Combinando observaciones de teledetección e in situ con el reanálisis regional del Servicio Marino Copernicus, este estudio amplía el conocimiento sobre la variabilidad horizontal, vertical y temporal de estos eventos extremos. Los resultados indican variaciones importantes en intensidad y persistencia de las olas de calor marinas con la profundidad y entre subregiones, destacando la necesidad de un monitoreo sostenido y continuo de toda la columna de agua para mejorar su detección y predicción.

Los datos de observaciones y modelos, distribuidos en acceso abierto por portales de datos nacionales y europeos (como el Servicio Marino Copernicus), se integran en la aplicacion web (https://apps.socib.es/subregmed-marine-heatwaves/) del Sistema de Observación y Predicción Costera de las Islas Baleares (SOCIB). Esta herramienta permite detectar en tiempo real y predecir a 10 días las olas de calor marinas, así como analizar su evolución a largo plazo. En base a este estudio, esta aplicación integrará nuevas métricas para su seguimiento en aguas profundas. Con el objetivo de apoyar la toma de decisiones para la adaptación al cambio climático, así como alertar sobre posibles impactos en la salud humana y la intensificación de fenómenos meteorológicos extremos, esta aplicación representa un avance hacia la mejora de las capacidades de los Gemelos Digitales del Océano regionales.

Palabras clave: olas de calor marinas, mar Mediterráneo, aguas profundas, reanálisis regional, Gemelos Digitales.

Incertidumbre en la respuesta del Atlántico Norte a la mitigación de aerosoles, ozono troposférico y sus precursores

Alba, Santos-Espeso[1], Pablo Ortega[1], María Gonçalves Ageitos[1], Jon Robson[2]

[1]Centro Nacional de Supercomputación (BSC), Universitat Politécnica de Catalunya (UPC)
[2] National Centre for Atmospheric Science (NCAS), University of Reading (UoR)

alba.santos@bsc.es; pablo.ortega@bsc.es; maria.goncalves@bsc.es; j.i.robson@reading.ac.uk

Resumen: Los forzadores climáticos de vida corta (SLCFs, del inglés), como los aerosoles, el ozono troposférico y sus precursores, desempeñan un papel clave en la calidad del aire y, por tanto, en la salud pública, al tiempo que influyen en el clima. Estas especies mitigan parcialmente el cambio climático generado por gases de efecto invernadero debido al papel dominante de los aerosoles, que inducen un efecto radiativo neto negativo. Las políticas de mitigación de SLCFs pueden, por tanto, agravar la estabilización de regiones particularmente sensibles como el océano Atlántico Norte, haciendo fundamental evaluar su impacto climático.

Este trabajo analiza la respuesta oceánica futura del Atlántico Norte durante 2015–2054 bajo diferentes escenarios de reducción de SLCFs. El estudio utiliza datos de siete modelos climáticos participantes en la iniciativa AerChemMIP-CMIP6. Estos modelos incluyen esquemas interactivos de aerosoles y química atmosférica, conformando una muestra diversa que permite caracterizar la respuesta dominante a las estrategias de mitigación de SLCFs así como las incertidumbres.

Los resultados muestran una alta variabilidad intermodelo en la respuesta térmica del Atlántico Norte, reflejando diferencias sustanciales en la representación de procesos físicos. La mayoría de los modelos simulan un debilitamiento de la Circulación Meridional de Retorno del Atlántico (AMOC), aunque ninguna simulación alcanza un punto de inflexión o colapso abrupto de la circulación durante el periodo analizado. La reducción de la AMOC, así como la inhibición de la convección en el giro subpolar, ha sido previamente asociada al efecto radiativo de los SLCFs en la región, aunque no explica en su totalidad las señales encontradas. Para identificar los mecanismos responsables de las discrepancias entre modelos, el análisis considera no solo la respuesta circulatoria, sino también cambios en el deshielo marino y variaciones en la intensidad del giro subpolar. A través de la contextualización de la incertidumbre se pretende facilitar la interpretación de las respuestas climáticas así como la mejora de los propios modelos. Una representación más fiable de estos procesos contribuirá a evaluar mejor el impacto de las políticas de calidad del aire sobre el Atlántico Norte y el sistema climático global.

Palabras clave: SLCFs, aerosoles, giro subpolar del Atlántico Norte, AMOC

Bacterias marinas emergentes y contaminación fecal en aguas recreativas de Tenerife: una aproximación One Health en un escenario de cambio climático.

María Martínez Ruiz[1], Liz Daihana Galeano Viveros[1], Miriam Hernández Porto[1,2], Ángeles Arias[1] y Cintia Hernández Sánchez[3]

[1] Departamento de Obstetricia y Ginecología, Pediatría, Medicina Preventiva fo y Salud Pública, Toxicología, Medicina Legal y Forense y Parasitología, Universidad de La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España.
[2] Servicio de Microbiología del Hospital Universitario de Canarias. Carretera de Ofra s/n, La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España.
[3] Instituto Universitario de Enfermedades Tropicales y Salud Pública de Canarias, Universidad de La Laguna, Avda. Astrofísico Fco. Sánchez s/n, La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España.

alu0101603995@ull.edu.es; alu0101328645@ull.edu.es; mhernapo@ull.es; angarias@ull.edu.es; chernans@ull.edu.es; mhernapo@ull.es; chernans@ull.edu.es

Resumen: Las aguas de baño constituyen un elemento clave para la salud pública, el bienestar social y la conservación del medio marino, especialmente en territorios insulares. En los últimos años, el aumento de la temperatura del agua y la influencia de actividades antropogénicas han favorecido la aparición y persistencia de microorganismos marinos emergentes con potencial impacto sanitario. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la presencia de bacterias marinas emergentes e indicadores de contaminación fecal en aguas de baño de Tenerife. Se llevaron a cabo dos campañas de muestreo durante febrero y marzo en un total de nueve playas de la isla. Las muestras fueron analizadas mediante el método de filtración por membrana, para la detección de indicadores de contaminación fecal (Escherichia coli y Enterococcus faecalis) y de bacterias emergentes de interés sanitario, tales como Vibrio spp., Pseudomonas aeruginosa, Clostridium difficile y Escherichia coli resistente a carbapenémicos. Los resultados evidenciaron la presencia de bacterias del género Vibrio en el 100 % de las muestras analizadas en ambas campañas. La especie predominante fue Vibrio alginolyticus, mientras que Vibrio harveyi fue identificada de forma en la playa de Valleseco. Por otra parte, Pseudomonas aeruginosa se detectó en el 66,7 % de las playas durante el primer muestreo y en el 77,8 % en el segundo. Además, se identificaron otras bacterias emergentes como Shewanella algae en la playa de Los Silos y Photobacterium damselae en Radazul, conocidas por su impacto en organismos marinos y su capacidad de causar infecciones oportunistas en humanos. En conjunto, los resultados ponen de manifiesto la presencia de bacterias marinas emergentes en las aguas de baño de Tenerife, posiblemente favorecida por factores ambientales y antropogénicos, como los vertidos de aguas residuales y el incremento de la temperatura del agua asociado al cambio climático. Estos hallazgos subrayan la necesidad de ampliar los programas de vigilancia microbiológica desde un enfoque One Health, integrando la salud humana, animal y ambiental, con el fin de evaluar de forma más precisa el riesgo real para la salud pública y los ecosistemas marinos.

Palabras clave: microorganismos, patógenos, aguas de baño, One Health.

Variabilidad del sistema Chorro Atlántico – Giro Occidental de Alborán

Marina Bolado-Penagos[1], Esther Luján-Amoraga[2], Rubén Vázquez[3], Iria Sala[3] y Carlos Román[1]

[1] Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Instituto de Investigación Marina (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR), Universidad de Cádiz, 11510 Puerto Real, Cádiz.
[2] Departamento de Física y Matemáticas, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares
[3] Centro Oceanográfico de Gijón (IEO-CSIC), Av. Príncipe de Asturias 70 bis, 33212 Gijón

marina.bolado@uca.es; esther.lujan@uca.es; carlos.roma@uca.es; ruben.vazquezm@uah.es; iria.sala@gmail.com

Resumen: El intercambio de agua Atlántica y Mediterránea a través del estrecho de Gibraltar modula la dinámica del sistema Chorro Atlántico–Giro Occidental de Alborán (AJ–WAG, *Atlantic Jet – Western Alboran Gyre*), un elemento clave en la circulación y productividad del mar de Alborán. Este trabajo aborda el estudio de su variabilidad durante un periodo de once años (2014–2024), con especial atención a su variabilidad interanual e intraanual, con el fin de identificar diferencias entre años, patrones recurrentes y posibles cambios en la configuración del sistema a lo largo de la última década .El estudio se realiza mediante un análisis integrado que combina datos de circulación superficial obtenidos a partir del sistema de antenas de radar de alta frecuencia (HFR, High Frequency Radar) instalado en el estrecho de Gibraltar, imágenes de satélite de temperatura superficial del mar, concentración de clorofila y altura dinámica, y campos atmosféricos de viento y presión. El análisis temporal se basa en la comparación sistemática entre estaciones y años, así como en la caracterización de ciclos estacionales y anomalías interanuales, permitiendo evaluar la evolución del sistema a distintas escalas temporales. Esta información permite describir la intensidad y trayectoria del chorro, la formación y estabilidad del giro y la aparición de episodios de colapso, definidos a partir de cambios significativos en la estructura de la circulación superficial del chorro y del giro, así como examinar en qué medida su frecuencia o características varían entre años o estaciones. Dentro del análisis se incluye también el afloramiento costero frente a Estepona, evaluando su localización, persistencia y extensión como parte del contexto dinámico general. Asimismo, se explora la relación entre la variabilidad de la circulación superficial y la distribución de clorofila, con el objetivo de contextualizar la respuesta biogeoquímica asociada a los distintos regímenes dinámicos observados.

Palabras clave: Chorro Atlántico–Giro Occidental de Alborán, mesoescala, circulación oceánica.

El sonido del cambio climático. Análisis preliminar de la variabilidad de la niebla costera en Vigo a partir de registros acústicos

Pablo Otero y Águeda Cabrero

Centro Oceanográfico de Vigo, Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC)

pablo.otero@ieo.csic.es; agueda.cabrero@ieo.csic.es

Resumen: Las nieblas costeras, frecuentes en regiones de afloramiento, reducen drásticamente la visibilidad y constituyen un factor crítico de riesgo para la navegación, lo que ha hecho históricamente imprescindible el uso de señales marítimas sonoras para garantizar la seguridad en estas zonas. Las sirenas de niebla nunca dispusieron de un sistema de accionamiento automático, por lo que su puesta en marcha dependía siempre de la observación directa y de la intervención manual de los técnicos. Instaladas en los faros, funcionaron de manera continuada mientras estos contaron con fareros residentes. A medida que se abandonó la residencia permanente en las señales marítimas, muchas sirenas fueron quedando fuera de servicio al no haber personal que las activase durante los episodios de niebla. En 2025 se clausuró el último faro acústico de Galicia, situado en Cabo Estai (Vigo), con la singularidad de que el farero mantuvo durante casi cuatro décadas un diario detallado de los periodos de encendido y apagado de la sirena. En este estudio analizamos estos registros como un indicador indirecto de la ocurrencia de niebla costera, explorando de forma preliminar su relación con la variabilidad del afloramiento en esta región del límite norte de sistema de afloramiento canario.

Palabras clave: Índice de afloramiento (UI), Canary Current Upwelling System, Variabilidad metodológica.

Variabilidad termohalina de la Ría de Vigo (1987-2025): resultados del programa RADIALES

Pablo Otero, Águeda Cabrero, Fernando Alonso-Pérez, Waldo Redondo, Enrique Nogueira

Centro Oceanográfico de Vigo, Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC)

pablo.otero@ieo.csic.es; agueda.cabrero@ieo.csic.es; fernando.alonso@ieo.csic.es; waldo.redondo@ieo.csic.es; enrique.nogueira@ieo.csic.es

Resumen: El océano es un sistema altamente dinámico que fluctúa de forma natural en un rango extenso de escalas temporales y espaciales que interactúan entre si. Superpuesta a esta variabilidad natural actúan además múltiples factores de origen humano, como la explotación de recursos vivos, la contaminación, la acidificación o el calentamiento global. Analizar correctamente la evolución de estos ecosistemas, diferenciando las fluctuaciones asociadas a forzadores naturales y antropogénicas, exige disponer de observaciones continuas y consistentes en el tiempo, en línea con los grandes programas internacionales dedicados a la vigilancia del océano y la protección de los ecosistemas marinos (IGBP, GLOBEC, GOOS, OSPAR, entre otros).

El programa de observación RADIALES, “Series temporales de oceanografía en el norte de España”, desarrollado por el Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC), ejemplifica el compromiso de esta institución con el desarrollo, mantenimiento y explotación científica de las series de datos oceanográficos. Desde finales de la década de los 80, este programa realiza muestreos mensuales en cinco transectos estándar (Vigo, A Coruña, Cudillero, Gijón y Santander), proporcionando un registro continuo y multidisciplinar de las condiciones físicas, químicas y biológicas del ecosistema costero. Entre ellos, el transecto de Vigo destaca por su relevancia para el estudio de la dinámica en la Ría de Vigo y la plataforma continental adyacente. En cada estación del transecto se obtienen mediciones de variables oceanográficas esenciales (EOVs), incluyendo perfiles de las propiedades termohalinas (temperatura, salinidad y densidad) y fluorescencia, y muestras discretas para el análisis de nutrientes inorgánicos, pigmentos fotosintéticos (clorofila-a, b y c) y abundancia y composición de fitoplancton y zooplancton. Esta aproximación integrada permite abordar cuestiones relacionadas con la variabilidad a largo plazo del ecosistema y su respuesta frente a cambios ambientales y climáticos.

Esta contribución presenta las variaciones a diferentes escalas temporales de la respuesta termohalina de la Ría de Vigo para el periodo 1987–2025. Asimismo, se compara la variabilidad en la zona de bahía de la ría y la plataforma continental, clave para entender las diferencias espaciales y conectividad entre ambos dominios en esta región del límite norte del sistema de afloramiento de la corriente de Canarias (CanCUS).

Palabras clave: Ría de Vigo, series temporales oceanográficas, climatología, variabilidad termohalina.

Tendencias e incertidumbres asociadas a la estimación del índice de afloramiento en el límite norte del sistema de afloramiento canario

Paloma, Rodríguez[1], Águeda Cabrero[2] y Pablo Otero2

[1]Universidade de Vigo
[2] Centro Oceanográfico de Vigo, Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC)

palomarodriguez96@gmail.com; agueda.cabrero@ieo.csic.es; pablo.otero@ieo.csic.es

Resumen: Los sistemas de afloramiento costero se consideran refugios climáticos debido a su capacidad para amortiguar los efectos del calentamiento global sobre los ecosistemas marinos. Esta función estratégica subraya la importancia de comprender su variabilidad y las tendencias que presentan a largo plazo. Entre los indicadores más utilizados para caracterizar la intensidad del afloramiento destaca el índice de afloramiento (UI), cuyo valor puede variar significativamente en función del método empleado para su cálculo. Esta variabilidad metodológica introduce incertidumbres que deben ser evaluadas con rigor para interpretar adecuadamente los cambios observados en estos sistemas. Este estudio revisa y compara las metodologías aplicadas por diversos trabajos centrados en el límite norte del sistema de afloramiento de la Corriente de Canarias (Galicia). Se examinan las diferencias en los enfoques utilizados para estimar el UI, así como las tendencias reportadas en la literatura, con el objetivo de identificar patrones comunes y posibles divergencias atribuibles a decisiones metodológicas. Para ello, se analiza cómo varía el valor del UI en función de tres factores clave: la fuente de datos empleada, la escala espacial considerada y el método estadístico aplicado. Los resultados muestran que la combinación de estos elementos puede modificar tanto la magnitud del índice como la dirección y significancia de las tendencias estimadas. En conjunto, este análisis evidencia la necesidad de armonizar criterios metodológicos y de considerar cuidadosamente las fuentes de incertidumbre al evaluar la evolución del afloramiento en la región. Comprender estas diferencias es esencial para mejorar las proyecciones sobre su respuesta futura ante el cambio global.

Palabras clave: Índice de afloramiento (UI), Canary Current Upwelling System, Variabilidad metodológica.

Acceleration of OceanWarming and Diverging Productivity Trends in the Northeast Atlantic: A Satellite-Based Assessment

Charlotte Pereira[1], Alba González-Vega[1], Juan Pablo Martín-Díaz[1,2], Eduard Puig Montellà[1], Sarah Ayuso-Candal[1], Francisco Machín[3], Eugenio Fraile-Nuez[1]

[1]Centro Oceanográfico de Canarias, Instituto Español de Oceanografía, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IEO-CSIC), 38180 Santa Cruz de Tenerife, Spain
[2] Universidad de La Laguna (ULL), 38200 San Cristobal de La Laguna, Spain
[3] Oceanografía Física y Geofísica Aplicada (OFYGA), ECOAQUA, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Canary Islands, 35017, Spain

charlotte.pereira@ieo.csic.es

Abstract: Since the post-industrial era, sea surface temperature (SST) has shown a consistent warming trend at a global scale, while chlorophyll-a (Chl-a) concentrations have generally exhibited declining trends in the open ocean. Some recent studies suggest that intensified coastal upwelling, driven by increased alongshore winds, may locally counteract these negative trends by enhancing biological productivity. This study aims to assess the evolution of long-term trends in SST, Chl-a, and meridional wind stress in the Northeast Atlantic, focusing on both open-ocean and upwelling regions.We applied the methodology developed by Siemer et al. (2021), similar satellite and in situ datasets, updated to include the most recent data, and defining additional subregions to distinguish smaller open-ocean areas of interest. Our findings reveal a significant acceleration in SST warming across the entire study area in the last six years. In open-ocean regions, this acceleration is accompanied by a stronger negative trend in Chl-a, suggesting a continued decline in phytoplankton biomass. Conversely, in coastal upwelling zones, particularly the Northwest African upwelling system, the decline in Chl-a appears to be slowing down, indicating a potential mitigation effect. Furthermore, we observed that the reduction in productive area has slowed in these upwelling regions, suggesting a potential buffering effect against oligotrophication.

Keywords: Sea surface temperature (SST), Chlorophyll-α (Chl-α), Long-term trends, Climate change, Upwelling, Open Ocean

Influence of North African dust and industrial emissions on soluble trace elements in the North Atlantic marine atmosphere

Ibtissem Belbachir, Jessica López-Darias, Gorka Villena-Armas, Sergio Rodríguez

Group of Atmosphere, Aerosols and Climate, Instituto de Productos Naturales y Agrobiología (IPNA-CSIC), Tenerife, Canary Islands, Spain.

i.b@csic.es

Abstract: Atmospheric deposition of trace metals constitutes a major pathway linking continental emissions and marine biogeochemical cycles. In the subtropical North Atlantic, the Canary Islands occupy a strategic position at the interface between the African continent and the open ocean, where marine aerosols interact with recurrent Saharan dust outbreaks (calima). Understanding how long-range transport and atmospheric processing modify trace metal solubility is essential to assess their bioavailability and potential ecological impact.

This study examines the influence of North African air masses on the solubility of trace metals in PM_{10} aerosols collected every daily along 2024 at La Graciosa Island, a remote coastal marine background site. Concentrations of PM_{10} were determined by gravimetry, major water-soluble inorganic ions by ion chromatography, and total and dissolved concentrations of Al, Fe, Pb, As, Co and V were quantified by ICP-MS following acid digestion and ultrapure water extraction, respectively.

Trace metal solubility exhibited marked variability, with low values for crustal elements (0.01–12% for Al; 0.04–8% for Fe) and substantially higher solubilities for Pb (0.3–18%) and especially As (30–100%). Strong correlations between soluble Pb and V and secondary species (nitrate, sulfate and oxalate) reveal the significant role of secondary atmospheric processing. Back-trajectories analysis demonstrates that episodes of enhanced soluble metal concentrations are associated with North African air masses that have crossed industrialized regions prior to reaching the archipelago.

These findings demonstrate that trace metal solubility in this marine environment is controlled not only by mineral dust input but also by atmospheric chemical transformation during long-range transport. This combined influence has important implications for nutrient supply, trace metal bioavailability, and ecosystem functioning in the subtropical Atlantic under changing climate conditions.

Keywords: Atmospheric aerosols, Trace metal solubility, Saharan dust outbreaks (calima), Long-range transport, Coastal marine atmosphere

Modelos de distribución del alga *Halimeda incrassata* en las Islas Canarias y Baleares

Belén Roger Baynat[1], Laura Martín García[2], Fiona Tomàs Nash[3], Óscar Monterroso Hoyos[4], Myriam Rodríguez García del Castillo[4], Óscar Pérez Martínez[4], Daniel Álvarez Canali[1], Marta Sansón[1] y Carlos Sangil[1]

[1]Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal, Universidad de La Laguna, La Laguna, España
[2]Centro Oceanográfico de Canarias, Instituto Español de Oceanografía, Santa Cruz de Tenerife, España
[3]Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, IMEDEA (CSIC–UIB), Esporles, Illes Balears, España
[4]Centro de Investigaciones Medioambientales del Atlántico, Santa Cruz de Tenerife, España

belen.roger@ull.edu.es; laura.martin@ieo.csic.es; fiona@imedea.uib-csic.esoscar@cimacanarias.com.

Resumen: El estudio de la distribución espacial de los organismos marinos constituye una herramienta decisiva para comprender la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, y para aplicar medidas para su conservación y gestión. El método más utilizado para conocer la distribución espacial de las especies es el empleo de modelos de distribución de especies (MDS) que se apoyan en técnicas de análisis geoespacial y acceso a sistemas de información geográfica. El modelado de la distribución del alga verde Halimeda incrassata presenta particular interés al tratarse de una especie de reciente introducción y fuerte expansión en las islas Canarias y Baleares. Con un amplio rango de respuesta a determinadas variables, es una especie candidata a extenderse ampliamente por los fondos arenosos de las islas, interactuando y desplazando a otros macrófitos, especialmente a la fanerógama nativa Cymodocea nodosa. El presente trabajo tiene como objetivo principal analizar la distribución espacial de Halimeda incrassata y proyectar su distribución potencial en los archipiélagos españoles donde ya se encuentra presente mediante el empleo de modelos geoespaciales, evaluando la relación entre su presencia y un conjunto de variables ambientales. Para ello, se ha partido de diferentes fuentes de registros y trabajos de campo donde se ha recopilado la presencia y ausencia de poblaciones de esta especie. Se han utilizado variables derivadas del modelo digital del terreno (MDT) para obtener una serie de variables predictivas como son la profundidad, pendiente, índices de orientación, distintos índices de rugosidad y posición bentónica (rugosidad, TPI y BPI). Por otro lado, también se han incluido variables importantes en la distribución de especies someras como es la altura máxima del oleaje. Para el cálculo final del área de distribución, y partiendo de los mismos datos, hemos utilizado dos modelos distintos, MaxEnt y GAM, que han determinado la importancia de estas variables en la distribución de la especie. El análisis de la distribución potencial de Halimeda incrassata, y su comparación con su actual distribución, nos permitirá conocer sus mecanismos de dispersión y estimar su ratio de expansión, así como predecir la afección y cambios futuros en las comunidades de las praderas de macrófitos marinos.

Palabras clave: Halimeda incrassata, modelo de distribución, macrófitos marinos.

Projected evolution of sardine and sardinella population in the Canary Upwelling System over the 21st century

Irene Nadal[1,2,4], Jorge López-Parages[1,2,4], José C. Sánchez-Garrido[1,3,4]

[1] Physical Oceanography Group, University of Málaga, Málaga, Spain
[2] Department of Applied Physics I, Faculty of Science, University of Málaga, Málaga, Spain.
[3] Department of Applied Physics II, School of Telecommunications Engineering, University of Málaga, Málaga, Spain.
[4] Instituto Universitario de Biotecnología y Desarrollo Azul (IBYDA), University of Málaga, Málaga, Spain.

irenenadal@uma.es; parages@uma.es; jcsanchez@uma.es

Abstract: Understanding how large-scale climate variability will influence the distribution and abundance of fish populations over the coming decades is a major concern for marine ecology and fishery management. Small pelagic fish, in particular, play a key ecological role by linking plankton to top predators and account for about half of the global marine fish catch, so future changes in their biomass or spatial distribution are expected to generate far-reaching ecological and socioeconomic impacts. These stocks are most abundant in major coastal upwelling regions, with the Canary Current Upwelling System (CCUS), off northwest Africa, standing as one of the most productive and ecologically significant. In this region, small pelagic fish represent almost 70% of total landings, with round sardinella (Sardinella aurita) and European sardine (Sardina pilchardus) being the most abundant species. Recent studies suggest that the combined influence of sea temperature, food availability, and coastal currents plays a vital role in regulating the population dynamics of these species. However, the way in which climate change will affect these drivers in north-west Africa over the 21st century is not yet well understood. This study presents preliminary “end-to-end” (physics-to-fish) predictions of 21st-century sardine and sardinella abundance and biomass distribution in the CCUS. Projections are generated by downscaling simulations (historical and SSP8.5) from the MPI-ESM1.2-HR model. These downscaled products are used to run the end-to-end modeling approach which couples a regional ocean circulation model (ROMS), a lower-trophic ecosystem module (NEMURO), and an individual-based model representing all life stages of sardine and sardinella. This framework provides a crucial basis for assessing how future changes in temperature, upwelling and food production will alter habitat suitability, growth and reproduction of both species, thereby offering an essential tool to support the cooperative management of transboundary fish stocks and, in turn, contributing to the economy and food security of implicated countries.

Keywords: small-pelagic, climate projections, Canary Upwelling System, climate change.

Identificación de sectores socialmente vulnerables ante eventos de inundación a partir del análisis de la prensa local en Santa Cruz de Tenerife

Yeray Hernández-González[1], María Jiménez Mejías[2], Nerea Martín-Raya[2], Jaime Díaz-Pacheco[2], Pedro Dorta Antequera[2] y Abel López-Díez[2]

[1] Departamento de Economía Aplicada y Métodos Cuantitativos, Universidad de La Laguna (ULL), San Cristóbal de La Laguna, España
[2]Cátedra de Reducción del Riesgo de Desastres y Ciudades Resilientes y Grupo de Estudios en Ordenación Territorial y Riesgos (GEORIESGOS), Universidad de La Laguna (ULL), San Cristóbal de La Laguna, España

yhergonz@ull.edu.es ; mjimenem@ull.edu.es; nmartinr@ull.edu.es; jdiazpac@ull.edu.es; pdorta@ull.edu.es; alopezd@ull.edu.es

Resumen: Las inundaciones constituyen una de las principales amenazas climáticas en entornos urbanos, donde la elevada exposición territorial se combina con desigualdades sociales. En este contexto, la identificación de los sectores de población más vulnerables resulta clave para orientar estrategias eficaces de reducción del riesgo de desastres. Este trabajo presenta los resultados de una base de datos elaborada en el proyecto REVULCLIM-TF, centrada en la identificación de sectores vulnerables a partir del análisis de la prensa local en relación con los eventos de inundación ocurridos en el municipio de Santa Cruz de Tenerife. El estudio se basa en el análisis sistemático de noticias publicadas en medios de comunicación locales y regionales asociadas a cuatro episodios de especial relevancia: la riada del 31 de marzo de 2002, la Tormenta Tropical Delta de 2005, las lluvias torrenciales de febrero de 2010 y el episodio de octubre de 2014. A partir del vaciado y codificación de estas informaciones se construyó una base de datos compuesta por 63 registros, que permite identificar áreas afectadas, colectivos mencionados, tipologías de impacto y factores de vulnerabilidad social, así como su localización espacial. Este análisis se integra dentro de una tarea más amplia orientada a la recopilación y análisis de factores de vulnerabilidad social y física en Santa Cruz de Tenerife, considerando variables demográficas, socioeconómicas, características de la vivienda y acceso a servicios. La prensa se emplea como fuente complementaria para captar manifestaciones territoriales y sociales de la vulnerabilidad que no siempre quedan reflejadas en los datos estadísticos convencionales. Los resultados evidencian una recurrencia espacial de la vulnerabilidad, destacando barrios situados en torno a barrancos y zonas de ladera (ej. San Andrés, Valleseco, María Jiménez o La Alegría), así como una mayor afectación de población residente en áreas periféricas, personas mayores y pequeños comercios locales. Los factores de vulnerabilidad más citados se relacionan con la ocupación de cauces, la insuficiente capacidad de drenaje, la precariedad constructiva y el aislamiento temporal durante los episodios extremos. En definitiva, el uso de la prensa como fuente de información permite complementar otras aproximaciones al análisis de la vulnerabilidad social, contribuyendo a una mejor comprensión del riesgo de inundación y ofreciendo elementos de interés para el diseño de estrategias de adaptación y reducción del riesgo en Santa Cruz de Tenerife.

Palabras clave: riesgo, vulnerabilidad social, resiliencia urbana, adaptación

A sociological analysis of coastal vulnerability in Portugal

Luísa Schmidt

Institute of Social Sciences, University of Lisbon

mlschmidt@ics.ulisboa.pt

Abstract: The vulnerability of coastal areas is one of the most worrying consequences of climate change in the Iberian Peninsula. Projections of sea level rise have been revealing increasingly serious scenarios in successive reports by the IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2018, 2019 and 2023).

This communication focuses on the coastal areas of Portugal, where more than 75% of the population currently resides and most of the country's wealth is generated. The risk is compounded by the fact that the country has experienced a series of extreme coastal events and intense storms (Leslie 2018, Alpha 2020, Patty 2024, Martin 2025, Kristin 2026), exposing the growing risks to coastal settlements.

Building upon the results of previous research, such as 'Change' Project (2010-2014) and adaptation initiatives such as 'ClimAdaPt.Local' (2016-2020) and 'CLA-Loulé' (2020-2024), the project 'RE-CHANGE - Coastal, Political and Social Changes' aims to explore the sociological dimensions of these physically threatened and socially complex coastal contexts.

It analyses the social and geophysical complexity of the country's coastline, taking into account existing tensions and conflicting perspectives on risks, the economy and sustainability. The research project, aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs) and the Paris Agreement, is based on a mixed methodology, resorting to documental and statistical analysis, complemented with interviews with key stakeholders with historical or current responsibilities on coastal management in the country.

Despite an increasing academic interest around the territorial condition of coastal areas, their social dimensions continue to lack a deeper analysis that accounts for the complexity of the dynamics that occur on the coastline. An adaptive governance for sustainability in these fast-changing coastal areas requires particularly innovative approaches from the Social Sciences, towards which Re-Change aims to contribute.

Keywords: climate change, coastal areas, Portugal, sea level rise, vulnerability

Evaluation of Cloud Cover as a Bioclimatic Predictor of the Laurel Forest: Comparison of Maxent and Embarcadero (BART) Algorithms Under CMIP5 Scenarios Using the BICI-ULL Dataset

Paula Sosa-Guillén[1], Rubén Barragán[1], Juan José García-Alvarado[2], José María Fernández-Palacios[2], Rüdiger Otto Dittmann[2] y Juan Pedro Díaz-González[1]

[1] Grupo de Observación de la Tierra y de la Atmósfera (GOTA), Universidad de La Laguna, Av. Astrofísico Francisco Sánchez, s/n, La Laguna, 38200, S.C. de Tenerife, España.
[2] Grupo de Ecología y Biogeografía Insular (EBI), Universidad de La Laguna, Av. Astrofísico Francisco Sánchez, s/n, La Laguna, 38200, S.C. de Tenerife, España.

alu0101035956@ull.edu.es

Abstract: Modeling vegetation distribution in insular territories with complex orography presents unique challenges, where standard climatic variables often fail to capture local determinant factors such as the influence of the "sea of clouds." This work explores the predictive capacity of the new cloud cover variables integrated into the high-resolution regional BICI-ULL dataset, evaluating their contribution to ecological niche modeling compared to traditional thermal and precipitation variables. The study focuses on estimating the climatic suitability of the Canarian laurel forest (laurisilva) using two fundamentally different algorithmic approaches: Maxent (maximum entropy, presence-only) and Embarcadero (BART - Bayesian Additive Regression Trees, pseudo-absences). Subsequently, both models will be projected onto four future scenarios (RCP4.5 and RCP8.5, for mid- and late-century) derived from the Global Climate Models of the CMIP5 project.

The central objective of the study is not only to obtain suitability maps but to analyze the divergences in future projections arising from the intrinsic methodological differences of each algorithm. The discussion will address how Maxent's tendency towards overfitting or generalization contrasts with Embarcadero's handling of uncertainty and decision tree structure, especially under conditions of future climatic extrapolation.

Likewise, the operational utility of the new BICI-ULL cloudiness variables alongside the classic set for defining the ecological niche will be evaluated, demonstrating how their integration is indispensable for designing robust conservation strategies. The results will allow for the identification of climatic refugia or areas at high risk of disappearance, providing a solid comparative basis for land management and offering new perspectives for biogeographical conservation in the Canarian archipelago.

Key words: BICI-ULL, laurel forest, Maxent, Embarcadero (BART), SDM Projections, Conservation.

High-Resolution Climate Projections over the Macaronesia region. The FPS-I-Mac initiative

Juan P. Diaz[1], Esteban Rodríguez-Guisado[2], Maialen Iturbide[3], Jesus Fernandez[3], Marianna Adinolfi[4], Helena Vasconcelos[5], Maria Meirelles[5], Enrique Sánchez[6], Miguel Angel Gaertner[6], Daniel Argüeso[7], Pedro M.M. Soares[8], William Cabos[9], Rubén Vázquez[9], Claudia Gutiérrez[9], Nilton Évora do Rosário[10]

[1] Departamento de Física, Universidad de La Laguna, La Laguna, Spain
[2] Agencia Estatal de Meteorología, Madrid, Spain
[3] Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-Universidad de Cantabria, Santander, Spain
[4] CMCC Foundation - Euro-Mediterranean Center on Climate Change, Caserta, Italy
[5] Universidade dos Açores, Ponta Delgada, Portugal
[6] Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, Spain
[7] Departamento de Física, Universitat de les Illes Balears, Palma, Spain
[8] Instituto Dom Luiz, Faculty of Sciences of the University of Lisbon, Lisbon, Portugal
[9] Departamento de Física y Matemáticas, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, Spain
[10] Departamento de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de São Paulo, Brazil

jpdiaz@ull.edu.es

Abstract: The Macaronesian archipelagos (Azores, Madeira, the Canary Islands, and Cabo Verde) constitute a climatically complex natural laboratory, where steep orography, pronounced spatial heterogeneity, and strong ocean–atmosphere–land coupling—among other factors—significantly constrain the skill of conventional global and regional climate models. In this context, the Flagship Pilot Study on Island Processes in the Macaronesian Region (FPS-I-Mac), developed within the CORDEX framework, establishes an integrated strategy to advance climate modelling in the region through convection-permitting simulations (1–3 km), empirical–statistical techniques, hybrid emulator-based approaches, and fully coupled atmosphere–land–ocean configurations.

The initiative is structured around two methodological pillars: (1) process-oriented simulations aimed at characterizing key mechanisms such as precipitation regimes, extreme events, wind–orography interactions, breeze dynamics, Saharan dust intrusions, sea-surface-temperature sensitivity, and potential impacts associated with a weakening of the Atlantic Meridional Overturning Circulation; and (2) coordinated climate-projection simulations based on a very-high-resolution multimodel ensemble. Initial and boundary conditions for these simulations will be derived from ERA5, together with a selection of general circulation models (GCMs) participating in the CMIP7 experiment. Rigorous validation will rely on observational datasets (AEMET, IPMA, INMG), satellite products, and derived variables relevant to vulnerability, impact, and adaptation (VIA) assessments

FPS-I-Mac will generate a multi-model, multi-source ensemble of convection-permitting simulations for the Macaronesia region, enabling the quantification of the added value of different strategies and a robust assessment of uncertainties arising from GCM selection, physical parameterizations, oceanic coupling strategies, and downscaling methodologies. Furthermore, FPS-I-Mac investigates the capability of empirical–statistical downscaling (ESD) and emulator-based approaches to capture complex atmospheric processes specific to island environments.

Expected outcomes include robust projections of variability and change in temperature, precipitation, thermal and hydrological extremes, aridity, dust load, cloud regimes, wind patterns, and coastal conditions, along with the computation of impact-oriented climate indices (agriculture, water resources, energy, air quality, health, wildfires, tourism). The FPS-I-Mac initiative integrates national meteorological services, academic research groups, and regional institutional stakeholders, ensuring that the climate information generated is scientifically robust, operationally useful, and directly applicable to adaptation planning. The initiative is open to include further participants in any of these disciplines.

Palabras clave: Convection-permitting modelling, Macaronesian climate processes, CORDEX

Uncovering cultures of resilience to inform future climate adaptation in the Macaronesia

Carla Gomes and Abel López Díez

Land planning and Risks Research Group (GEORIESGOS), Chair on Disaster Risk Reduction and Resilient Cities, University of La Laguna (ULL), C/ Padre Herrera s/n, 38200 San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain

carlammgomes@gmail.com; alopezd@ull.edu.es

Abstract: Islands have been considered highly vulnerable to the impacts of climate change, including sea level rise and more intense extreme events such as tropical storms. However, most academic and policy attention has been focused on Small Island Developing States (SIDS), while the sub-national island jurisdictions (SNIJ) have been comparatively understudied. In this communication we address the specific climate challenges and capabilities of the Macaronesia, with a focus on the Azores (Portugal) and the Canary Islands (Spain).

Climate-related risks have interacted with other hazards in the Macaronesia, such as earthquakes and volcanic eruptions, shaping adaptive cultures over centuries of settlement. Island scholars have noted that island archives store a wealth of information that is useful for present and future adaptation efforts, by uncovering the resilience pathways that supported human settlement in these territories. For this communication, we draw insights from the analysis of historical and media archives, as well as policy instruments, spanning from the 18th to the 21st century.

In this communication we present preliminary results of project MAKARIOS - *Mapping Adaptation Knowledge for Atlantic Resilient Islands*, a study supported by the European Union (MSCA PF 101265614) that explores cultures of adaptation in the Macaronesia, seeking to generate transferable lessons for contemporary climate adaptation governance in multi-hazard island contexts.

The expected outcomes of the research should support the Macaronesia Climate Change Observatory and inform the Macaronesia Adaptation Strategy, aiming to contribute towards socially just adaptation policies for the EU outermost regions.

Keywords: Adaptation, Macaronesia, Vulnerability, Climate, Islands

Regionalización climática multivariante mediante modelos de difusión latente: aplicación en entornos insulares complejos

Marcos Esquivel-González, Albano González, Juan Carlos Pérez y Juan Pedro Díaz

Grupo de Observación de la Tierra y de la Atmósfera (GOTA), Universidad de La Laguna, Av. Astrofísico Francisco Sánchez, s/n, La Laguna, 38200, S.C. de Tenerife, España.

alu0101232836@ull.edu.es

Resumen: La regionalización de variables climáticas en territorios insulares presenta desafíos técnicos significativos debido a la estrecha interacción entre la dinámica atmosférica de gran escala y la compleja orografía local. El objeto de esta investigación es analizar un marco de downscaling estadístico multivariante basado en modelos generativos de difusión que sea eficiente en áreas con microclimas diversos, tomando como caso de estudio el archipiélago canario.

La hipótesis de trabajo plantea que el uso de modelos de difusión latente permite capturar de manera más fiel la variabilidad estocástica y las dependencias físicas entre variables que los métodos de regresión convencionales. La metodología se basa en el modelo ClimDiT, el cual es una modificación de la famosa arquitectura Diffusion Transformer (DiT). ClimDiT integra un auto-codificador para la compresión conjunta de campos climáticos en un espacio latente y un transformador que aprende a revertir un proceso de ruido gaussiano sobre dicha representación. Este enfoque permite generar múltiples realizaciones realistas condicionadas por el estado sinóptico de la atmósfera. Como fuentes de datos se emplean los predictores del reanálisis ERA5 y el conjunto de datos observacional de alta resolución ROCIO para el escalado simultáneo de temperatura máxima, mínima y precipitación.

Los resultados obtenidos en estudios previos indican que este marco alcanza una precisión determinista competitiva, destacando especialmente por su fidelidad espacial y coherencia multivariante. La alta complejidad de regiones como las Islas Canarias servirá para evaluar la capacidad de la metodología propuesta para preservar estas características en entornos de gran heterogeneidad. Estas propiedades son esenciales para proporcionar proyecciones locales físicamente consistentes donde la resolución de los modelos globales es insuficiente.

Palabras clave: Regionalización estadística, Modelos de Difusión, Aprendizaje Profundo, Transformers.

Drought Future Projections in the Macaronesian Archipelagos

Judit Carrillo[1], José Barrancos[1], Sonia Jerez[2], Ismael Darias[1], Jordi Rodríguez-Rull[1], Albano J. González[1], Juan C. Pérez[1], Francisco J. Expósito[1] y Juan P. Díaz[1]

[1] Grupo GOTA, Physics Department. Universidad de La Laguna, Av. Astrofísico Francisco Sánchez, s/n, La Laguna, 38200, S.C. de Tenerife, Spain
[2] Regional Atmospheric Modelling Group, Regional Campus of International Excellence Campus Mare Nostrum, University of Murcia, Murcia 30100, Spain

jcarrill@ull.edu.es

Resumen: La Macaronesia, integrada por los archipiélagos de Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde, presenta una alta vulnerabilidad a la sequía debido a la limitada disponibilidad de agua y la dependencia de sectores sensibles a este recurso. Este estudio analiza los cambios futuros de la sequía meteorológica hacia mediados del siglo XXI (2030–2059) mediante el índice estandarizado de precipitación-evapotranspiración integrado a tres meses (SPEI-3), calculado a partir de proyecciones climáticas regionales de alta resolución bajo los escenarios SSP1-2.6 y SSP5-8.5, tomando como referencia el período 1982–2019. Los resultados muestran un calentamiento generalizado, acompañado de mayor demanda evaporativa y una intensificación de la sequía. Los cambios más acusados se proyectan en Madeira y Canarias, donde la reducción de la precipitación y el aumento de la evapotranspiración potencial amplifican los déficits hídricos. En zonas de mayor altitud se observa un calentamiento reforzado y descensos de humedad relativa y nubosidad, lo que sugiere mayor vulnerabilidad de los ecosistemas dependientes de la niebla. En contraste, Azores y Cabo Verde muestran respuestas pluviométricas más heterogéneas y menos significativas. En conjunto, se prevé que las sequías sean más prolongadas e intensas, lo que subraya la necesidad de estrategias de adaptación específicas en territorios insulares donde la altitud modula los impactos del cambio climático sobre el agua y los ecosistemas.

Palabras clave: Macaronesia, sequía, cambio climático, SPEI.

High-resolution climate projections for the Macaronesian archipielagos using a WRF model and a pseudo-global warming approach

J. Barrancos, J. Carrillo, F. J. Expósito, J. C. Pérez, A. González and J. P. Díaz

Grupo GOTA, Departamento de Física, Universidad de La Laguna, Av. Astrofísico Francisco Sánchez, s/n, La Laguna, 38200, S.C. de Tenerife,

jbarrancos@ull.edu.es

Resumen: En territorios con orografía compleja, como los archipiélagos macaronésicos de las Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde, la resolución espacial de los Modelos de Circulación Global (GCM), como los incluidos en CMIP6, es demasiado gruesa para capturar procesos atmosféricos clave que dan lugar a la variabilidad local y microclimática. Esta investigación presenta un conjunto de datos climáticos a una resolución espacial de 3 x 3 km en todos los archipiélagos macaronésicos derivados de simulaciones climáticas regionales de alta resolución realizadas con el modelo Weather Research and Forecasting (WRF), aplicando el método de pseudo-global warming (PGW). El conjunto de datos se centra en las siguientes variables: temperatura, precipitación, radiación solar, humedad, viento y nubosidad. Se utilizaron datos de estaciones meteorológicas (ECAD) y reanálisis ERA5 para la validación de los resultados del modelo en el periodo pasado reciente (1982 – 2019). Se trabajó con dos periodos para las proyecciones futuras (2030 – 2059 y 2070 – 2099) bajo dos escenarios de emisiones (SSP2.6 y SSP8.5). Se han analizado las estadísticas y la variabilidad anual y estacional de cada variable. El conjunto de datos tiene como objetivo apoyar las estrategias regionales de adaptación climática, contribuyendo a una comprensión científica más amplia del clima en entornos insulares.

Palabras clave: Macaronesia, WRF, Pseudo-Global Warming, CMIP6, Downscaling dinámico, Cambio climático.

Vulnerability to climate change in the Canary Islands coastal area: a multidimensional analysis from governance perspective

Lorena Naranjo-Almeida[1,2], Aridane González-González[1], Katherine Salès[3,4], Leví García-Romero[1] y Carolina Peña-Alonso[1]

[1] Instituto de Oceanografía y Cambio Global, IOCAG, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Spain
[2] Gestión y Planeamiento Territorial y Medioambiental, S.A. (Gesplan), Department of Ecological Transition, Climate Change Mitigation and Territorial Planning, Government of The Canary Islands,Spain.
[3] Écologie Société et Évolution (ESE), Université Paris-Saclay, CNRS, AgroParisTech, Gif-sur-Yvette, France
[4] Laboratoire Dynamiques Sociales et Recomposition des Espaces (LADYSS), Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, CNRS, Paris, France

l.naranjo.almeida@gmail.com

Abstract: The coastal areas of island territories are considered among the most exposed and vulnerable areas to the impacts of climate change. In the Canary Islands, processes such as sea level rise, coastal erosion and the intensification of extreme weather events converge with a high concentration of population, critical infrastructure and a strong economic dependence on the coast, particularly linked to tourism. This communication analyses climate vulnerability in coastal areas of the Canary Islands from a multidimensional and governance-oriented perspective, based on the results of Workshop 1 (WS1) developed within the framework of the BlueGreen Governance project.

This study is based on conceptual frameworks that define climate vulnerability as the result of the interaction between exposure, sensitivity and adaptive capacity, incorporating a socio-environmental reading that integrates physical risks with institutional, social and economic factors. From a social approach perspective, addressing vulnerability aims at explaining the social significance of risks for the diversity of actors, considering economic, social, ecological and political dimensions. Six forms of vulnerability are analysed: subsistence and survival, environmental distribution, social cohesion, financial capacity, political agency, and autonomy and creation. Methodologically, the analysis is based on qualitative and quantitative data obtained through a participatory process involving actors from different levels of governance and sectors, including public administrations, academia, the private sector, and civil society.

Results show that climate vulnerability in the Canary Islands' coastal areas transcends biophysical impacts, being subsistence and survival and environmental distribution perceived as critical dimensions of vulnerability, and valued as vital and of great importance in addressing the impact of climate risks. However, the dimension of autonomy and creation stands out as being considered to have development capacity, indicating that creativity and citizen participation have high potential to generate innovative climate solutions. In addition, the study of vulnerability dimensions reveals institutional fragmentation, limited inter-administrative coordination, poor integration of scientific knowledge and weak participatory mechanisms that reduce adaptive capacity and reinforce territorial and social inequalities.

In conclusion, addressing climate vulnerability in coastal island contexts requires moving towards integrated, participatory governance frameworks based on scientific evidence, capable of articulating preventive, restorative and transformative adaptation strategies.

Keywords: Climate vulnerability, governance, islands, coastal areas.

Soluciones basadas en la Naturaleza para la mitigación de los efectos del cambio climático en la Macaronesia

Megan Expósito Brazier[1] , Jelena Koritnik[1] , Noelia Cruz Pérez[1] , Alejandro García Gil[2] y Juan C., Santamarta[1]

[1] Universidad de La Laguna. Departamento de Ingeniería Agraria y del Medio Natural
[2] IGME-CSIC

mexposito@ull.edu.es; jkoritnik@ull.edu.es; ncruzper@ull.edu.es; jcsanta@ull.edu.es ; a.garcia@igme.es

Resumen: La escasez hídrica es uno de los principales riesgos ambientales a los que se enfrentan las islas volcánicas como Canarias. Esta escasez se ha visto intensificada por la creciente irregularidad de precipitaciones, la sobreexplotación de los acuíferos y los efectos del cambio climático. El objetivo de esta investigación es analizar el potencial de las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) para mejorar la recarga de los acuíferos, mejorar la gestión del agua y reducir el riesgo de la escasez hídrica en islas volcánicas.

La hipótesis parte de que las islas de la Macaronesia objeto del estudio (Canarias, Cabo Verde, Azores y Madeira), debido a su morfología, geología volcánica, y condiciones climáticas, presentan condiciones óptimas para analizar distintas estrategias de gestión e infiltración que mejoren la disponibilidad del agua. Asimismo, su aislamiento intrínseco hace necesario explorar alternativas de menor consumo energético y bajas emisiones, que refuercen la resiliencia insular. Para evaluar la viabilidad de las SbN, el proyecto europeo GENESIS desarrolla y analiza in situ nueve demostradores piloto en la Macaronesia, seis de ellos en Canarias (El Hierro, La Palma y Gran Canaria). En este proyecto se estudian distintas soluciones como el uso de diques para generar resiliencia en acuíferos costeros, galerías secas, pozos de infiltración, o la reutilización de agua de lluvia y depurada para recargar acuíferos. La investigación se complementa con una revisión bibliográfica de literatura científica, informes técnicos y documentos institucionales.

Entre los resultados esperados para la región macaronésica, se prevé recuperar más de 10 hm3 de escorrentía proveniente de tormentas y aumentar las reservas subterráneas en más de 50 hm3/año, beneficiando a más de 35.000 habitantes en la región. Concretamente en Canarias, se espera optimizar la recarga de acuíferos mediante la reutilización de aguas pluviales y regeneradas, como en Gran Canaria, donde se prevé recuperar 5000 m3 de agua regenerada que la depuradora vierte diariamente. Además, se generarán directrices para la implementación de SbN en otras islas volcánicas y se demostrará la viabilidad de las estas soluciones para mejorar la resiliencia hídrica insular.

Palabras clave: geomorfología costera, vulnerabilidad insular, infraestructuras.

Las piscinas oceánicas: Elementos de adaptación costera multifuncionales en un contexto de cambio climático

Nareme Herrera López[1], Francisco García Sánchez[2] y Cecilia Ribalaygua[2]

[1] Escuela de Doctorado (EDUC); Universidad de Cantabria
[2] Dpto. de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio; Universidad de Cantabria

nareme.herrera@alumnos.unican.es; franciscojose.garcia@unican.es; cecilia.ribalaygua@unican.es

Resumen: Las piscinas oceánicas o marinas son un tipo de infraestructuras litorales situadas en zonas intermareales que han sido tradicionalmente utilizadas como espacios seguros para el baño. Su desarrollo histórico está asociado a transformaciones socioculturales relacionadas con el ocio, la salud y el turismo. Actualmente, en un contexto de cambio global, estos recursos se constituyen de forma dicotómica, como potenciales infraestructuras de adaptación costera a la subida del nivel del mar. Con los ajustes adecuados, las piscinas marinas se convierten en nuevos espacios que reducen la exposición y vulnerabilidad de los frentes litorales, aportando, además, múltiples co-beneficios de carácter ecológico, social y económico. En este estudio se realiza un análisis espacial comparativo de 90 piscinas marinas en el litoral canario para evaluar su potencial frente al cambio climático.

La investigación se estructura en tres fases diferentes. En primer lugar, se elabora un inventario y clasificación de piscinas marinas según criterios estructurales, funcionales y territoriales con potencial adaptativo. Posteriormente, se define y caracteriza las diversas tipologías costeras y se evalúa las condiciones de subida del nivel del mar y oleaje en los ámbitos de estudio. Finalmente, se procede a la identificación del potencial adaptativo de los casos seleccionados. La propuesta pretende contextualizar este tipo de infraestructura en el ámbito espacial donde se encuentran y para ello se realizan análisis estadísticos y foto interpretativos que permiten comprender la casuística de cada entorno.

En este sentido, se ha identificado que, aunque las piscinas marinas estudiadas en el archipiélago canario son capaces de reducir el oleaje incidente, solo un pequeño porcentaje, 15,55% de estas, tienen una capacidad multifuncional como medida de adaptación. Del estudio realizado, se ha podido identificar los principales factores en la baja capacidad de protección frente a procesos como las marejadas y el aumento del nivel del mar, entre los que destacan factores hidrodinámicos, estructurales, de diseño, culturales y de antigüedad. Sin embargo, una corrección de las condiciones originales de las piscinas oceánicas puede incrementar la capacidad de protección y aumentar la resiliencia costera.

Palabras clave: Adaptación costera, Cambio Climático, Infraestructuras azules, Piscinas oceánicas

Análisis de la curva de producción del plátano en un contexto de cambio climático en Canarias

Guillermo Expósito Castro[1], Nazaret Pérez-Martín[1], José Ángel Rodríguez Báez[1], María Beatriz Díaz Hernández[1], Silvia Armas Espinel[2], Javier Luis Ramos Delgado[2], Gustavo Pestana Pérez[2]

[1]Gestión del Medio Rural de Canarias (GMR Canarias);
[2]Consejería de Transición Ecológica y Energía del Gobierno de Canarias

guillermoec@gmrcanarias.com; nazaretpm@gmrcanarias.com; joserodbae@gmrcanarias.com; mariabdh@gmrcanarias.com; sarmesp@gobiernodecanarias.org; jramdele@gobiernodecanarias.org; gpesper@gobiernodecanarias.org

Resumen: Este estudio se enmarca en el proyecto "Mejora del conocimiento del cambio climático y propuesta de medidas de acción climática para el sector agropecuario de Canarias" impulsado por la Consejería de Transición Ecológica y Energía del Gobierno de Canarias, centrado en el cultivo del plátano en el archipiélago, que alcanza una extensión de 8.727,38 hectáreas (Mapa de Cultivos de Canarias). En un contexto de cambio climático caracterizado por el incremento generalizado de las temperaturas, se prevé un acortamiento en el ciclo de producción del cultivo. Para analizar este efecto, se emplea como indicador la etapa fenológica comprendida entre la emergencia floral hasta la recolección del fruto, siendo este periodo definido como la curva de producción, que requiere un acumulado teórico de 950 grados-día. Tomando como referencia una temperatura base de 14ºC, y siguiendo la metodología de Ganry (1978), el objetivo principal de este estudio trata de caracterizar el comportamiento de dicha curva en los escenarios climáticos futuros RCP4.5 y RCP8.5 para mediados y finales de siglo, evaluando el número de semanas necesarias para completar el ciclo en función del mes en que se inicia el proceso. Para el cálculo de este bioíndice se han utilizado datos climáticos proporcionados por el Grupo de Observación de la Tierra y la Atmósfera de la Universidad de La Laguna (GOTA-ULL), analizando este fenómeno en las principales zonas productoras de Canarias: La Frontera (El Hierro), Valle Gran Rey (La Gomera), Tazacorte y la vertiente norte insular (La Palma); La Orotava y Guía de Isora (Tenerife), y el noroeste de Gran Canaria. Si bien el incremento de las temperaturas anticipa un acortamiento del ciclo que podría elevar la productividad, la homogeneización de las condiciones térmicas a futuro plantea desafíos significativos, como el posible solapamiento de las campañas productivas y los desajustes en la comercialización del plátano.

Palabras clave: plátano, curva de producción, bioíndice, adaptación, agricultura

Estudio del estrés térmico laboral y pérdida de productividad en el sector primario en un contexto de cambio climático en Canarias

Nazaret Pérez-Martín[1], Guillermo Expósito Castro[1], José Ángel Rodríguez Báez[1], María Beatriz Díaz Hernández[1], Silvia Armas Espinel[2], Javier Luis Ramos Delgado[2], Gustavo Pestana Pérez[2]

[1]Gestión del Medio Rural de Canarias (GMR Canarias);
[2]Consejería de Transición Ecológica y Energía del Gobierno de Canarias

guillermoec@gmrcanarias.com; nazaretpm@gmrcanarias.com; joserodbae@gmrcanarias.com; mariabdh@gmrcanarias.com; sarmesp@gobiernodecanarias.org; jramdele@gobiernodecanarias.org; gpesper@gobiernodecanarias.org

Resumen: En el marco del proyecto "Mejora del conocimiento del cambio climático y propuesta de medidas de acción climática para el sector agropecuario de Canarias", promovido por la Consejería de Transición Ecológica y Energía del Gobierno de Canarias, este trabajo aborda cómo el incremento de las temperaturas asociado al cambio climático supone un desafío creciente para la sostenibilidad del trabajo físico en el sector primario, especialmente en regiones vulnerables como Canarias, donde el estrés térmico se consolida como un factor limitante de la capacidad laboral incluso sin necesidad de episodios extremos. Con este fin, se evalúan los impactos del estrés térmico laboral sobre la productividad a partir del Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (WBGT), analizando su evolución espacial y temporal en los escenarios climáticos RCP4.5 y RCP8.5 para mediados y finales de siglo. Este índice se calcula utilizando variables meteorológicas estándar proporcionadas por el Grupo de Observación de la Tierra y la Atmósfera de la Universidad de La Laguna (GOTA-ULL), siguiendo la formulación física de Liljegren et al. (2008), reconocida por su precisión en la estimación del estrés térmico humano. A partir de series horarias de WBGT se desarrollaron indicadores mensuales orientados a cuantificar el efecto funcional del calor sobre la capacidad de trabajo. Por tanto, la pérdida de productividad se estimó mediante una relación de exposición–respuesta continua entre el WBGT y la capacidad de trabajo relativa, asumiendo un escenario representativo de trabajo físico pesado (400 W) característico de actividades agrícolas y ganaderas. Luego, se calcularon indicadores de pérdida de productividad para tres tramos horarios (mañana, horas centrales del día y tarde), así como índices de exposición máxima basados en los valores diarios máximos de WBGT. Los resultados muestran un incremento progresivo de la pérdida de productividad bajo escenarios de calentamiento, especialmente en horas centrales del día, evidenciando la necesidad de establecer estrategias de adaptación laboral.

Palabras clave: estrés térmico, productividad, sector primario, trabajador, adaptación

Caracterización de episodios de impacto costero en Canarias a partir de registros históricos y series oceanográficas

Pilar Martin-Ramos[1,2], Jaime Díaz Pacheco[1,2], Abel López Díez[1,2], Pedro Dorta Antequera[1,2]

[1] Departamento de Geografía e Historia, Universidad de La Laguna, Spain
[2] Cátedra Reducción del Riesgo de Desastres, Universidad de La Laguna, Spain

mmartira@ull.es

Resumen: El análisis del riesgo de desastres por fenómenos costeros en las Islas Canarias requiere aún de estudios de detalle que permitan caracterizar la magnitud de los eventos que producen impactos en bienes e infraestructuras localizadas en el litoral. La limitada disponibilidad de series históricas locales de daños, así como la escasez de instrumentación de monitorización meteo-oceánica de proximidad, dificultan una evaluación precisa del riesgo en términos de probabilidad de impacto y/o curvas de fragilidad referidas a estos eventos vinculados a fenómenos costeros extremos. En este sentido, este trabajo propone un enfoque combinado que permite caracterizar, en primer lugar la localización de impactos recurrentes en el litoral causados por estos fenómenos, así como cuantificar los daños ocasionados por los mismos y, en segundo lugar, las características de la amenaza, es decir, la caracterización general de las condiciones marítimas que generan este tipo de episodios en el archipiélago. Para ello, se emplea una base de datos histórica de origen propio, desarrollada en el marco del proyecto IMPLACOST, que recoge episodios de impacto en bienes e infraestructuras litorales causados por fenómenos costeros en Canarias durante el periodo 1980-2025. Esta base de datos incluye 193 eventos georreferenciados, identificados a partir de una revisión exhaustiva de registros de impacto costero a través de noticias publicadas en la prensa local. Además, esta información se complementa y verifica con información procedente de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), el Sistema de Alertas de la Comunidad Autónoma de Canarias y del Consorcio de Compensación de Seguros, lo que permite identificar patrones espaciales y *hotspots* recurrentes de daño. Posteriormente, para las fechas de episodios de impacto costero identificados en la base de datos se analizan las condiciones marítimas a partir de las series instrumentales que ofrece el sistema SIMAR, un conjunto de simulaciones de atmósfera y oleaje que cubre el entorno litoral español, desarrollado por Puertos del Estado a partir de forzamientos atmosféricos proporcionados por AEMET. Esta integración permite caracterizar cada evento en términos de altura significativa de ola, periodo, dirección y otros parámetros físicos relevantes, y establecer rangos de condiciones marítimas asociados a impactos costeros. El análisis espacial identifica *hotspots* recurrentes de daño, para los cuales se evalúan los umbrales de riesgo en función de las variables físicas obtenidas. Los resultados preliminares evidencian la necesidad de incorporar conjuntamente información histórica de daños y datos oceanográficos instrumentales en la definición de umbrales de peligro específicos por localización. Este enfoque combinado proporciona una base para el desarrollo de curvas de vulnerabilidad costera y para la mejora de las estrategias de gestión del riesgo y adaptación al cambio climático en entornos insulares expuestos.

Palabras clave: infraestructuras, temporal marino, riesgo costero, oleaje, daños

Avances en el estudio costero de las condiciones extremas meteo-oceánicas asociadas a ciclones tropicales

Melisa Menendez, Marta Ramírez-Perez, Alisée A. Chaigneau, Stefano Susini

IHCantabria - Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria. Grupo de Clima Marino y Cambio Climático

menendezm@unican.es

Resumen: Los ciclones tropicales (CTs), y en particular los de mayor grado de intensidad (huracanes, tifones), tienen asociados importantes peligros meteo-oceánicos, como vientos huracanados, intensas precipitaciones, grandes olas y niveles extremos del agua. Cuando un CT alcanza la costa suele provocar graves impactos sobre ella, como inundaciones y erosiones, así como desastrosas consecuencias socio-económicas. Por ejemplo, la OMM ha estimado que más de 750.000 muertes y 1,4 billones de dólares son debidas a la actividad de los CTs en los últimos 50 años. Esta peligrosidad climática es específica para la costa y en particular sobre zonas insulares, pues los CTs se debilitan al alcanzar tierra y perder su fuente de alimentación. Además, su impacto climático puede verse agravado, dada la mayor exposición costera (por ej., incremento de la población e infraestructuras en la costa), así como el cada vez más notable efecto asociado al cambio climático (por ejemplo, a través del aumento gradual del nivel medio del mar).
El presente trabajo engloba una serie de investigaciones recientes que permiten avanzar en el estado del arte de estudios relativos a estos fenómenos climáticos extremos:

1. Se analizan distintos métodos para reconstruir los campos de viento y precipitación a partir de la información del CT disponible mediante comparativa con observaciones.
2. Se evalúan los valores máximos y comportamiento temporal de las sobre-elevaciones del nivel del mar y los intensos oleajes generados por los CTs en función del método empleado para reconstruir los campos espaciales de variables atmosféricas forzadoras de las dinámicas marinas
3. Se lleva a cabo un análisis de sensibilidad de los niveles del mar extremos en la costa según la aproximación empleada para modelar oceanográficamente las dinámicas marinas inducidas por los CTs.
4. Se muestra la influencia de las bases de datos utilizadas o de la aproximación metodológica para cuantificar la peligrosidad debida a los CTs, como periodos de retorno.

Palabras clave: Extremo met-ocean, Huracán, Nivel del mar, Oleaje, Viento

Agua subterránea, cambio climático y soluciones de ingeniería innovadoras en una isla volcánica: el caso de La Palma en los proyectos BIO-JUST y GENESIS

José Antonio Batista-Medina[1], Iván Hernández-Ríos[2] y Noelia García-Rodríguez[3]

[1] Instituto Universitario de Investigación Social y Turismo (ISTUR), Universidad de La Laguna.
[2] Asociación para la Investigación de la Macaronesia (AIM).
[3] Instituto Mixto de Investigación en Biodiversidad - CSIC.

jbatisme@ull.edu.es; director@aimacaronesia.eu; noelia.garcia.r@csic.es

Resumen: Las denominadas islas volcánicas suelen tener una elevada dependencia del agua subterránea, constituyendo, en numerosos casos, la principal fuente de ese recurso para atender los requerimientos de los diferentes sectores. En esos territorios insulares, los acuíferos se recargan (recarga natural) mediante las precipitaciones (lluvia y nieve), lo que los hace sistemas muy condicionados por el régimen pluviométrico y altamente sensibles a los efectos del cambio climático. A diferencia de los espacios continentales, en las islas volcánicas las posibilidades de intervención en procesos críticos, como la recarga y el control de las salidas, son limitadas y muy complejas, no solo por factores "materiales" (condiciones naturales, costes…), sino también socioeconómicos, políticos y culturales.

Una medida técnica que se viene implementando en diversos lugares del mundo para regular la descarga o la extracción de agua subterránea son los llamados diques o presas subterráneas, que actúan como barreras artificiales que retienen el recurso y cuentan con sistemas para su salida controlada. Son notables los beneficios económicos y ambientales potenciales de tal medida, constituyendo, bajo determinadas circunstancias, una respuesta eficaz y sostenible a los desafíos del cambio climático.

En la isla de La Palma, en la que nos centraremos, esa solución técnica se concreta en la instalación de cierres hidráulicos ("tranques") en las galerías de agua. Desde la perspectiva socioambiental del proyecto BIO-JUST y la de ingeniería ambiental del proyecto GENESIS, llevaremos a cabo un análisis, basado en el trabajo de campo desarrollado en la isla (2024-2025), de esa medida, centrándonos en el proceso de adopción/implementación, su funcionamiento, los resultados alcanzados y sus perspectivas de futuro. Se planteará que nos hallamos ante una solución de ingeniería basada en la naturaleza que cuenta con notables beneficios, pero que también se enfrenta a diversos factores limitantes que impiden una mayor implantación y unos resultados más amplios y de mayor alcance económico y ambiental.

Palabras clave: Agua subterránea, gestión sostenible, ingeniería basada en la naturaleza, análisis socioambiental, La Palma.

IMPLACOST: Resiliencia costera y herramientas operativas para afrontar los impactos del cambio climático en las costas de la región macaronésica

Gustavo Pestana Pérez[1], Juan Ferrer Serrano[1], Jesús González Navarro[2], María Febles Gutiérrez[2], Raiza Negrín Carlos[2], Zi-Xiong Lin Yang[2], Asier Furundarena Hernández[2]

[1] Servicio de Cambio Climático e Información Ambiental (Viceconsejería de Lucha contra el Cambio Climático del Gobierno de Canarias).
[2] Área de Medio Ambiente Las Palmas y Cambio Climático (Gestión y Planeamiento Territorial y Medioambiental S.A.)

mpuggar@gobiernodecanarias.org; proyectos_mac@gesplan.es

Resumen: El objetivo de este trabajo es desarrollar un marco herramienta-operativo que integre la priorización espacial del programa PIMA Adapta Costas Canarias con las capacidades analíticas y predictivas del proyecto IMPLACOST, con el fin de abordar los riesgos de erosión e inundación en las costas de la región macaronésica, especialmente en Canarias. La hipótesis central es que este marco permitirá mejorar la gestión del riesgo costero, conectando diagnóstico regional, participación pública y gestión local, y contribuyendo a la adaptación efectiva frente al cambio climático.

La metodología empleada se basa en una combinación de procesos: (i) selección de tramos costeros prioritarios según el programa PIMA; (ii) evaluación del riesgo de erosión e inundación, tanto cuantitativa como cualitativa, considerando impactos sociales, económicos y ecosistémicos; (iii) generación de planes de ordenación en función de diferentes escenarios futuros; (iv) uso de herramientas predictivas y de seguimiento para apoyar la toma de decisiones; e (v) integración de redes de ciencia ciudadana para mantener a la sociedad informada y comprometida con el monitoreo de la línea costera.

Entre los resultados esperables, se encuentra la creación de un esquema de planificación costera replicable que permite jerarquizar intervenciones en base a la evaluación de riesgos y la identificación de las áreas más vulnerables. Además, se identifican medidas estructurales y basadas en la naturaleza para mitigar los efectos del cambio climático en la costa. Este enfoque integrado contribuye a reducir la brecha entre la evaluación del riesgo y la adaptación efectiva en territorios insulares vulnerables, con implicaciones importantes para la gestión sostenible de los ecosistemas litorales y las infraestructuras costeras.

Palabras clave: IMPLACOST, Cambio Climático, Seguimiento, Ciencia Ciudadana, Canarias

Social vulnerability to urban flooding in Santa Cruz de Tenerife: a multi-scale, multivariate approach

María Jiménez-Mejías[1], Abel López-Díez[1], Jaime Díaz-Pacheco[1], Yeray Hernández-González[2], Nerea Martín-Raya[1], Pedro Dorta Antequera[1], Tamara Febles Arévalo[3] and Jordan Correa[1]

[1] Chair of Disaster Risk Reduction and Resilient Cities and Research Group on Spatial Planning and Risks (GEORIESGOS), University of La Laguna (ULL), San Cristóbal de La Laguna, Spain
[2] Department of Applied Economics and Quantitative Methods, University of La Laguna (ULL), San Cristóbal de La Laguna, Spain
[3] Department of Art, City and Territory, University of Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain

mjimenem@ull.edu.es; alopezd@ull.edu.es; jdiazpac@ull.edu.es; nmartinr@ull.edu.es; pdorta@ull.edu.es; jcorreag@ull.edu.es; yhergonz@ull.edu.es; tamara.febles@ulpgc.es

Abstract: Over recent decades, rapid population growth and urbanization, often accompanied by inappropriate land-use planning and modifications to drainage networks, together with the effects of global climate change, have been identified among the leading causes of increasing losses from flood hazards. However, the damage caused by a single flood event does not affect the entire population equally. In this context, social vulnerability plays a key role in determining differences in exposure, sensitivity, and coping and recovery capacity, since social and economic factors broadly influence both the magnitude of the risk and the severity of its impact.

Therefore, the main objective of this study is to assess and map social vulnerability to flooding in the municipality of Santa Cruz de Tenerife (Canary Islands, Spain), in which past flooding events (e.g., in 2002 and 2010) have caused great economic losses and even the loss of human lives, highlighting the municipality's susceptibility to this type of natural hazard. Many approaches have been developed over the last few decades for assessing the social, economic, and institutional factors that could amplify impacts across populations. Among these, Social Vulnerability Indices (SVIs) have been widely used to capture and compare patterns of vulnerability, as well as to inform adaptation and risk-reduction strategies. Nevertheless, adequately addressing spatial variation in social vulnerability remains challenging due to the specificities of each geographic context.

To address these challenges, here we apply a two-scale analytical approach and multivariate statistical techniques. Social vulnerability is initially assessed at the census-section level, the smallest spatial unit for which detailed socioeconomic data are available, and secondly, census-section indicators are downscaled to a regular 250 × 250 m grid using dasymetric areal interpolation supported by population-based data. Absolute variables are redistributed directly, whereas relative indicators are recalculated at the grid level

after redistributing their underlying components. Third, we compare Shannon entropy weighting with PCA and k-means clustering to provide a robust diagnosis of vulnerability hotspots. Preliminary results show that the areas most susceptible to flooding coincide with those with the highest vulnerability indices, but that the spatial variability of the estimated values depends on the methodological approach used.

Acknowledgements: This research was conducted within the framework of the REVULCLIM-TF and PLANCLIMAC2 projects.

Keywords: flash flooding, urban resilience, adaptation, Canary Islands.

