

LBRO DE RESUMENES



Patrocinan:



Auspician:



TABLA DE CONTENIDOS

COMISIÓN ORGANIZADORA	4
COMITÉ CIENTÍFICO	5
DIRECCIONES ADMINISTRATIVAS	6
APOYO ADMINISTRATIVO	7
ALUMNAS Y ALUMNOS ANFITRIONES	8
PROGRAMA.....	9
PRESENTACIONES ORALES	9
PRESENTACIONES POSTERS	22
CONFERENCIAS.....	29
SIMPOSIOS / TALLER.....	30
SESIONES TEMÁTICAS MODALIDAD ORAL.....	51
Sesión: DOCA01 - Cambio Climático	52
Sesión: DOCA02 - Contaminación y química atmosférica	55
Sesión: DOCA03 - Desoxigenación e hipoxia.....	57
Sesión: DOCA04 - Estuarios y zonas costeras.....	59
Sesión: DOCA05 - Interacción Físico-Biológica	64
Sesión: DOCA06 - Interacción océano-atmósfera	66
Sesión: DOCA07 - Meteorología sinóptica y mesoescala	76
Sesión: DOCA08 - Oceanografía física regional	89
Sesión: DOCA09 - Oleaje y Tsunamis	96
Sesión: DOCA10 - Otros temas en Clima y Meteorología.....	98
Sesión: DOCA11 - Otros temas en Oceanografía física.....	101
Sesión: DOCA12 - Paleoclima	105
Sesión: DOCA13 - Variabilidad Climática.....	106

SESIONES TEMÁTICAS MODALIDAD POSTER	111
Sesión: DOCA01 - Cambio Climático	112
Sesión: DOCA02 - Contaminación y química atmosférica	120
Sesión: DOCA03 - Desoxigenación e hipoxia.....	123
Sesión: DOCA04 - Estuarios y zonas costeras.....	127
Sesión: DOCA05 - Interacción Físico-Biológica	132
Sesión: DOCA06 - Interacción océano-atmósfera	136
Sesión: DOCA07 - Meteorología sinóptica y mesoescala	141
Sesión: DOCA08 - Oceanografía física regional	147
Sesión: DOCA09 - Oleaje y Tsunamis	168
Sesión: DOCA10 - Otros temas en Clima y Meteorología.....	169
Sesión: DOCA11 - Otros temas en Oceanografía física.....	184
Sesión: DOCA12 – Paleoclima.....	192
Sesión: DOCA13 - Variabilidad Climática.....	193

COMISIÓN ORGANIZADORA

- Rosalino Fuenzalida Fuenzalida. Facultad Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat
- Edgardo Santander Pulgar. Facultad Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat
- Guillermo Guzmán Gómez. Facultad Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat
- Pedro Pizarro Fuentes. Facultad Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat
- Miguel Araya Christie. Facultad Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat
- Elio Segovia Mattos. Facultad Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat
- Renzo Pepe Victoriano. Facultad Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat
- Viviana Varas Fredes. Dirección General De Innovación, Universidad Arturo Prat
- René Garreaud. CR2, Departamento de Geofísica Universidad de Chile.
- Iván Pérez-Santos. Centro i-mar, Universidad de Los Lagos.
- Oscar Pizarro. Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción.
- Samuel Hormazábal, Instituto Milenio de Oceanografía, Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Luis Bravo Gómez, Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte.
- José Garcés-Vargas, Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Centro IDEAL, Universidad Austral de Chile
- Gonzalo Saldías, Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad del Bío-Bío.

COMITÉ CIENTÍFICO

- Manuel Castillo, Universidad de Valparaíso.
- Catalina Aguirre, Escuela de Ingeniería Civil Oceánica, Universidad de Valparaíso.
- Boris Dewitte, CEAZA, Universidad Católica del Norte.
- Samuel Hormazábal, Instituto Milenio de Oceanografía, Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Diego Narváez, Departamento de Oceanografía Universidad de Concepción.
- Marcel Ramos, Departamento de Biología Marina, Universidad Católica del Norte.
- Luis Bravo, Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte.
- Gonzalo Saldías, Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad del Bío-Bío.
- José Garcés-Vargas, Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Centro IDEAL, Universidad Austral de Chile.
- Marcela Cornejo, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Sergio Contreras, Universidad Católica de la Santísima Concepción.
- Carolina Parada, Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción.

DIRECCIONES ADMINISTRATIVAS

- Director General de Vinculación con el Medio y Relaciones Internacionales
- Vicerrectoría de Investigación e Innovación
- Vicerrectoría de Administración y Finanzas

APOYO ADMINISTRATIVO

- Jennisa Avilés Zepeda
- Sandra Palma Álvarez
- Marta Dávila Gutiérrez

ALUMNAS Y ALUMNOS ANFITRIONES

- Martínez Parra Valentina Isadora
- Pérez Aravena Anahí Almendra
- Silva Castro Luis Enrique
- Saavedra Poblete Fabian Esteban
- Arenas Taucare Ricardo Fabián
- Castillo Rodríguez Rosario Concepción
- Castillo Valverde Tzidly Nayeli
- González Reyes Camila Fernanda
- Ibáñez Cordero Daniela Alejandra
- Madariaga Cabrera Ester Noemi
- Madrid Pereira Aellie Milla Sophia
- Rivera Vilches Kiara Belén
- Contuliano Pastén Sebastián Ignacio
- Sepúlveda Castillo Alondra Jessica
- Zapata Quintero Álvaro

PROGRAMA

PRESENTACIONES ORALES

Lunes 04 de noviembre

Aula Magna

Horario

08:00 - 19:00	Acreditación
09:30 - 09:35	Himno Nacional
09:35 - 09:40	Palabras del Rector – Alberto Martínez Quesada - UNAP
09:40 – 09:50	Palabras CA Arturo Oxley Lizana – SHOA/CONA
09:50 – 09:55	Palabras de bienvenida del presidente del Congreso – Dr. Rosalino Fuenzalida – UNAP
09:55 - 10:25	Conferencia Magistral 1: In Memoriam: Humberto Fuenzalida; <i>Sus aportes al conocimiento de la Climatología y del Cambio Climático Global en Chile.</i> Dr. José Rutllant, U. Chile
10:25 – 10:55	Conferencia Magistral 2: In Memoriam: Aldo Montecinos; <i>Sus aportes al conocimiento de la meteorología y el clima en Chile.</i> Dr. Patricio Aceituno, U. Chile.
10:55 – 11:00	Foto Oficial
11:00 – 11:30	Coffe Break

Variabilidad Climática

Aula Magna

Presidente de sala: Deniz Bozkurt

Secretario de sala: Martín Jacques-Coper

11:30 – 11:45	<i>Co-variabilidad de la columna de vapor de agua y precipitación en Chile.</i> Raúl Valenzuela
11:45 – 12:00	<i>Grandes Eventos de Precipitación en Chile Centro-Sur y su Relación con la Intensidad y Duración del Transporte de Vapor de Agua.</i> Raúl Valenzuela

12:00 – 12:15 *Río atmosférico trae calor y lluvia a la Península Antártica norte durante el invierno medio austral de 2023.*

Deniz Bozkurt

12:15 – 12:30 *Eventos meteorológicos extremos en Chile centro, sur y austral: ¿qué información práctica para su pronóstico podemos extraer de señales de variabilidad climática intraestacional?*

Martín Jacques-Coper

12:30 – 12:45 *Variabilidad espacio-temporal de la isoterma 0 °C en Patagonia.*

Nicolas García

13:00 – 14:30

Almuerzo Libre

14:30 – 16:30

Simposio:

“Estado actual de los sistemas de observación en Chile”.

Coordinador Diego Narváez - Universidad de Concepción

16:30 – 17:30

Coffe break / Presentación Poster

Cambio Climático / Paleoclima

Aula Magna

Presidente de sala: Matías Briceño Yáñez

Secretario de sala: Francisca Mendoza Arcos

17:30 – 17:45

Perturbación de TSM para evento de Río Atmosférico del 23 de abril de 2023 usando modelo WRF.

Vicente Cuevas Acuña

17:45 – 18:00

Relación de la intensidad de la precipitación a escala intra-diaría con la temperatura y vapor de agua en Chile central.

Francisca Mendoza Arcos

18:00 – 18:15

Accelerating increases in heat waves durations under global warming.

Cristian Martínez-Villalobos

18:15 – 18:30 *Cambios en los Vientos Oeste y en las Precipitaciones en Chile Central durante el Último Máximo Glacial y el Holoceno Medio.*
Matías Briceño Yáñez

20:00 – 21:30 **Cóctel de Bienvenida**
Casa Central, Frente Aula Magna

Fin de la jornada

Interacción Físico Biológico / Desoxigenación / Temas: Oceanografía Física

Salón Oscar Hahn

Presidente de sala: Iván Pérez-Santos
Secretario de sala: Ángel Rodríguez Santana

- 11:30 – 11:45** *Influencia de la descarga del Río Biobío sobre los estadios de vida temprano de anchoveta y sardina común en el Golfo de Arauco.*
Samuel Soto Mendoza
- 11:45 – 12:00** *Abundance and diversity of diatoms and dinoflagellates in an embayment off Central Chile (30°S): evidence of an optimal environmental window driven by low and high frequency winds.*
Orlando Astudillo
- 12:00 – 12:15** *Dissipation Rate of Turbulent Kinetic Energy Contributes to Positive fluxes of Dissolved oxygen in Fjords.*
Iván Pérez-Santos
- 12:15 – 12:30** *Revisiting historical trends in the Eastern Boundary Upwelling Systems with a machine learning method*
David Bustos
- 12:30 – 12:45** *Inestabilidades simétricas Submesoescalares en remolinos oceánicos Mesoescalares.*
Ángel Rodríguez Santana
- 12:45 – 13:00** *Caracterización física de la corriente de marea en el Estrecho de Bransfield durante febrero del 2008.*
Jennifer Villarroel-Nenen
- 13:00 – 14:30** **Almuerzo Libre**

14:30 – 16:30 **Simposio:**
“Entendiendo los procesos atmosféricos, oceánicos y de la criosfera en
Antártica: cambio climático, eventos extremos e interacciones en el
presente y futuro”.
Coordinadora Andrea Piñones; UACH

16:30 – 17:30 **Coffe break / Presentación Poster**

Oceanografía Física Regional / Estuarios y zonas costera

Salón Oscar Hahn

Presidente de sala: Diego Narváez

Secretario de sala: Gonzalo Saldías

17:30 – 17:45 **The influence of Coastal Trapped Waves and upwelling winds on cross-shore
transports and exchanges over the continental shelf.**

Gonzalo Saldías

17:45 – 18:00 *Implementación de sistema de información oceanográfica para operaciones
portuarias.*

Diego Narváez

18:00 – 18:15 *Influencia del Cañón del Biobío en la circulación durante surgencia y
hundimiento costero frente a Chile central.*

Odette A. Vergara

18:15 – 18:30 *Emergent constraint on oxygenation of the upper South Eastern Pacific oxygen
minimum zone in the twenty-first century.*

Iván Almendra

18:30 – 19:30 **Noche de Video ATACAMEX: Explorando lo desconocido**

20:00 – 21:30 **Cóctel de Bienvenida**
Casa Central, Frente Aula Magna

Fin de la jornada

Martes 05 de noviembre

Casa Central UNAP

Horario

09:00 - 10:00 Conferencia: Dr. John Largier - COPAS
“Environmental oceanography in nearshore waters off California and comparative coasts”

Meteorología Sinóptica y Mesoescala

Aula Magna

Presidente de sala: Natalia Carrera Ávila

Secretario de sala: Cristian Muñoz

10:00 - 10:15 *Variabilidad del gradiente de precipitación orográfica en la región subtropical de Chile central.*

Cristian Muñoz

10:15 - 10:30 *Simulación y análisis de vientos costeros durante el río atmosférico zonal de junio 2023 en Chile centro-sur.*

Natalia Carrera Ávila

10:30 – 10:45 *Programa de siembra de nubes en el Valle del Elqui: una oportunidad para generar datos meteorológicos desde la Región de Coquimbo.*

Cristian Muñoz

10:45 – 11:00 *Sistema de pronóstico de parámetros convectivos para Chile.*

Cristina Verdugo

11:00 – 11:30 **Coffe Break / Presentación Poster**

Meteorología Sinóptica y Mesoescala

Aula Magna

Presidente de sala: René Garreaud

Secretario de sala: Roberto Rondanelli

11:30 – 11:45 *Aspectos climáticos asociados a eventos de tornados en Chile.*

Julio C. Marín

11:45 – 12:00 *Bajas segregadas en el Suroeste de Sudamérica.*

Roberto Rondanelli

12:00 – 12:15 *Condiciones sinópticas asociadas a anillos de congelamiento en araucaria araucana en la ladera occidental de la cordillera de Los Andes.*

Manuel Suazo

12:15 – 12:30 *Simulaciones numéricas de precipitación de verano en los Andes extra tropicales en clima presente y futuro.*

Miguel Lagos-Zúñiga

12:30 – 12:45 *Radares meteorológicos en Chile: No llueve, pero gotea...*

René Garreaud

13:00 – 14:30

Almuerzo Libre

14:30 – 16:30

Simposio:

“Futuro de la Investigación Oceanográfica en Chile”.

Coordinador Diego Narváez - Universidad de Concepción

16:30 – 17:30

Coffe break / Presentación Poster

Meteorología Sinóptica y Mesoescala

Aula Magna

Presidente de sala: Ricardo Muñoz

Secretario de sala: Rene Garreaud

17:30 – 17:45

Caracterización de patrones sinópticos que favorecen tormentas eléctricas de verano en la cordillera de los andes de la zona centro-sur de Chile.

Francisco Gómez

17:45 – 18:00

Fenómenos de la Capa Límite del valle de Santiago según mediciones en la campaña SABLEx-2023.

Ricardo Muñoz

18:00 – 18:15

Ríos Atmosféricos Zonales e Inclinados en el Centro-sur de Chile.

Rene Garreaud

19:00 – 19:30

Reunión Comité

20:00 – 22:00

Cena de Camaradería

Hotel Terrado

Fin de la jornada

Oceanografía Física Regional / Estuario y Zonas Costeras

Salón Oscar Hahn

Presidente de sala: José Garcés

Secretario de sala: Barbara Jacob

- 10:00 – 10:15** *Circulación y mezcla inducidas por rectificación topográfica de marea en el Estrecho de Bransfield: una perspectiva de energía mecánica.*
David Donoso
- 10:15 – 10:30** *Forzantes y dinámica del sistema de la Corriente del Cabo de Hornos: Un enfoque observacional.*
José Garcés
- 10:30 – 10:45** *Variabilidad del Océano Profundo Forzada por Ciclos El-Niño en el Pacífico Suroriental.*
Manuel Torres Godoy
- 10:45 – 11:00** *Abundancia y diversidad planctónica en un gradiente glaciar-marinooceánico en ecosistemas de fiordos de la Patagonia (49°S- 50°S)*
Barbara Jacob.
- 11:00 – 11:30** **Coffe Break / Presentación Poster**

Estuario y Zonas Costeras

Salón Oscar Hahn

Presidente de sala: Gonzalo Saldías

Secretario de sala: Mario Cáceres Muñoz

- 11:30 – 11:45** *Estudio numérico de la circulación oceánica costera en la Bahía de Coronel bajo un evento de río atmosférico representado por dos herramientas numéricas distintas: ERA5 y WRF.*
Daniel Brieva
- 11:45 – 12:00** *A modeling study of the influence of an atmospheric river event on the circulation and hydrographic conditions in the Gulf of Arauco*
Gonzalo Saldías
- 12:00 – 12:15** *Simulación hidrodinámica de la distribución de cobre en agua y sedimento en bahía quintero y litoral adyacente*
Gillian Katherine
- 12:15 – 12:30** *Distribución de Nutrientes Inorgánicos en el Centro-Sur de Chile y su Relación con Parámetros Físicos y Clorofila-a*
Emma Karin Cascales Hellman

13:00 – 14:30

Almuerzo Libre

14:30 – 16:30

Simposio:
**“Sustentabilidad y Cambio Climático en Sistemas
Costeros-Marinos de Chile”**
Coordinador Carlos Zuleta; Universidad de La Serena

16:30 – 17:30

Coffe break / Presentación Poster

Interacción Océano-Atmosfera

Salón Oscar Hahn

Presidente de sala: Paula Amador-Véliz
Secretario de sala: María Paz Escalona Jiménez

17:30 – 17:45

*Inundación por marejadas: avances en mapeo de amenazas para el
nuevo marco normativo en Chile*
María Paz Escalona Jiménez

17:45 – 18:00

*Interacción fiordo-atmósfera del oxígeno durante el paso de ríos atmosféricos
en el fiordo Puyuhuapi*
Lenna Oriana Ortiz Castillo

18:30 – 19:30

Noche de Video ATACAMA HADAL: Un viaje al Inframundo

20:00 – 22:00

Cena de Camaradería
Hotel Terrado

Fin de la jornada

Miércoles 06 de noviembre

Casa Central UNAP

Horario

09:00 - 10:00 Conferencia: Dra. Vera Oerder-Gautron - IMO
Interacciones Océano-Atmosfera de Mesoescala: ¿Como impactan la dinámica de la surgencia costera?

Contaminación y Química Atmosférica / Temas: Clima y Meteorología

Aula Magna

Presidente de sala: Jorge Arévalo

Secretario de sala: Isadora León

10:00 - 10:15 *Explicando las tendencias de ozono en Santiago: olas de calor, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y otros (1998-2022).*

Nicolas Jorquera Navea

10:15 - 10:30 *Variabilidad de O3 y MP2,5 en Chile centro y sur: Un análisis comparativo de modelos CMIP6 para el período 2005-2014.*

Sebastián Villalón Figueroa

10:30 - 10:45 *Interconexión de sequías y su relación con patrones de circulación global en cuencas del Centro Sur de Chile.*

Isadora León

10:45 - 11:00 *HidroCL: Modelo Nacional de Pronóstico de Corto Plazo de Caudales basado en una combinación de modelos de machine learning.*

Jorge Arévalo

11:00 - 11:15 *Determinación de umbrales críticos de precipitación asociados a impactos para la zona central de Chile*

Manuel Olivares Vasconcelo

11:15 - 11:45 Coffe Break / Presentación Poster

13:00 - 14:30 Almuerzo Libre

14:30 – 16:30 **Simposio:**
“Sistemas de observación autónomos para el monitoreo oceánico”
Natalia Cisterna; Proyecto ANILLO SEALS, UV

15:30 – 16:30 **Mesa redonda**

Acto de Clausura

18:00 – 18:10 **Palabras CA Arturo Oxley Lizana – SHOA/CONA**

18:10 – 18:20 **Palabras Mario Aguilar Pulido – DECANO FRNR**

18:20 – 18:30 **Palabras Dr. Iván Pérez - Director DOCA**

Fin de la jornada

Interacción Océano-Atmósfera

Salón Oscar Hahn

Presidente de sala: Natalia Cisternas

Secretario de sala: Octavio Mercado

- 10:00 – 10:15** *Análisis de eventos intensos de surgencia costera en Chile centro-sur mediante el acoplamiento de modelos numéricos CROCO-WRF.*
Sergio Bahamóndez
- 10:15 – 10:30** *Balance de sal en la capa de mezcla de la zona costera patagónica chilena: Variabilidad estacional e interanual.*
Natalia Cisternas
- 10:30 – 10:45** *Análisis del decaimiento del viento y dinámica de Ekman, frente a Punta Lengua de Vaca, con observaciones CFOSAT y CEAZAMET.*
Alexandra Fuenzalida-Artigas
- 11:00 – 11:30** **Coffe Break / Presentación Poster**

Interacción Océano-Atmósfera / Oleaje y Tsunami

Salón Oscar Hahn

Presidente de sala: Catalina Aguirre

Secretario de sala: Juan González

- 11:30 – 11:45** *Variabilidad estacional e interanual del balance de calor en la capa superior del océano frente a Chile.*
David Carrasco Flores
- 11:45 – 12:00** *Sea Surface Temperature Forecasting: A Novel Approach Combining Deep Learning and Transformers in Central Chile*
David Bustos
- 12:00 – 12:15** *Caracterización sinóptica de eventos extremos de marejadas en Chile.*
Magdalena Vásquez
- 12:15 – 12:30** *Patrones de Vientos Dominantes bajo la Influencia de Ríos Atmosféricos: Implicaciones para la Surgencia Costera en el Centro-Sur de Chile.*
Yosvany Garcia Santos
- 12:30 – 12:45** *StraToFog field experiment: observational study of the marine stratocumulus to land fog transition in the coastal Atacama.*
Felipe Lobos Roco

- 12:45 – 13:00 *Escala de impactos de marejadas implementada en un pronóstico de oleaje de alta resolución.*
Catalina Aguirre
- 13:00 – 13:15 *Evaluación de la evacuación por un evento tsunamigénico para naves en el terminal marítimo Mejillones, región de Antofagasta, Chile.*
Juan González
- 13:05 – 14:25 **Almuerzo Libre**
- 14:30 – 16:30 **Simposio:**
“Navegando hacia la equidad de género: propuestas para una ciencia inclusiva”
Paula Amador-Véliz; Universidad Austral de Chile
- 15:30 – 16:30 **Mesa redonda**
- 14:30 – 16:30 **Taller:**
Práctico de Python y CDO para series de tiempo y datos grillados: preprocesamiento, extracción y visualización de datos
Sebastián Villalón Figueroa; CR2, UCH y DGF

Aula CRP-43

Fin de la jornada

PRESENTACIONES POSTERS

Lunes 04, 05 Y 06 de noviembre

Local Rubén Mamani

Variabilidad Climática

1. *Variabilidad espacial y temporal del equivalente en agua de la nieve en los Andes Chilenos usando un modelo de conservación simple.*

Jorge Arévalo

2. *Caracterización de condiciones meteorológicas dominantes durante incendios forestales en Chile Centro-Sur.*

Natalia Ruiz

3. *Modulación de Gran Escala de Condiciones Tornadogénicas en Chile Centro-Sur.*

Paloma Navarrete

4. *Modulación de parámetros convectivos en Chile centro-sur por MJO, ENOS y SAM.*

Javier Ignacio Campos Núñez

Cambio Climático

5. *Evaluación de modelo climático regional basado en una red neuronal para representar la temperatura a 2m diaria sobre Chile subtropical.*

Tomas Caballero

6. *Variación climatológica del Anticiclón Pacífico Sur y perspectivas ante el escenario futuro RCP 8.5.*

Daphne Lisbeth Arenas Yance

7. *Variabilidad espacial de las condiciones hidrográficas de verano y su relación con el zooplancton en bahía Fildes, Península Antártica.*

Claudia Morales

8. *Dimensionamiento de un Sistema Híbrido de Energías Renovables con almacenamiento de energía en forma de Hidrógeno*

Ignacio Miguel Partarrieu Andrade

9. *Evaluación del Cambio Climático en la Región de Valparaíso: Proyecciones basadas en el escalamiento estadístico de simulaciones climáticas CMIP6 en el marco del Proyecto ENANDES.*

Alexandra Fuenzalida-Artigas

10. *Una proyección del futuro de las olas de calor atmosféricas en Chile.*

Jorge Petit-laurent Saez

11. *Balace de energía en el norte de Chiloé: Variabilidad temporal y dependencia bio-meteorológica.*

Nicolás Aylwin Bruzzone

12. *Cambios en los eventos extremos de temperatura en Chile: Caracterización y evaluación de forzantes físicas.*

Ricardo Vásquez

Paleoclima

13. *Un nuevo modelo del Sistema Tierra de complejidad intermedia para simulaciones climáticas de largo plazo.*

Esteban Fernández

Oceanografía Física–Biológica

14. *Variabilidad Hidrográfica en la Patagonia Norte Chilena y su Impacto en la Distribución de Pequeños Pelágicos, entre 2014-2024.*

Cristián Henríquez-Pastene

15. *Se trasladó a Simposio*

16. *Contribución de la niebla al mantenimiento de los Bosques de Zapallar.*

Jorge Herrera

Desoxigenación e Hipoxia

17. *One deep breath: Physical Mechanisms Driving Ventilation in North Patagonia- Guafo Mouth and Puyuhuapi fjord cases.*

Camila paz sola Hidalgo

18. *Masas de Aguas, Turbulencia y Flujos de Oxígeno en las Aguas Oceánicas Exteriores a los Fiordos de la Patagonia.*

Ivan Pérez-Santos

19. *Estudio de Calidad del Agua en base a un modelo semiempírico de Oxígeno Disuelto en Fiordo Quitralco, Región de Aysén.*

Javiera San Martín Parra

Temas: Oceanografía Física

20. *Evidencia del potencial de SWOT caracterizando procesos submesoescalares y locales en sistemas insulares del Pacífico Suroriental: Archipiélago Juan Fernández (~33°S).*

Sebastián Cornejo-Guzmán

21. *Dinámica del transporte submareal a través de la Boca de Guafo conectando el océano abierto y el Mar Interior de Chiloé.*

Odette Alejandra Vergara Soto

22. *Actualización de la Climatología de Nivel del Mar y Media de Período de Temperatura Superficial del Mar de Chile.*

Mónica Alvarado

23. *Implementación y pruebas de desempeño de software automatizado para la modelación hidrodinámica y deriva de partículas como soporte ante emergencias marítimas.*

Pablo Córdova

24. *Sea surface temperature variability in Jardines de la Reina National Park (Southeastern Cuban shelf).*

Maibelin Castillo Alvarez

25. *Caracterización física de estructuras de meso-submesoescala en la Península Antártica Occidental.*

Danae Sepúlveda Martínez

26. *Efectos de remolinos en la distribución de propiedades biogeoquímicas de la columna de agua, asociado al sistema de Islas Oceánicas del Archipiélago de Desventuradas / Juan Fernández.*

Luz Monsalves

27. *Sistema remoto integral de monitorización, detección y predicción de eventos marinos potencialmente nocivos para granjas acuícolas (proyecto sirena).*

Ángel Rodríguez-Santana

Oceanografía Física Regional

28. *La Influencia del Cañón Submarino Margarita en la Intrusión de UCDW en la Plataforma Continental adyacente.*

Sofía Palacios

29. *Coastal Trapped Waves Propagation and Modal Structure along the Chilean Coast.*

Sophia Nativí

30. *The 2023 coastal El Niño off Perú.*

Boris Dewitte

31. *El sistema de pronóstico operativo CEAZAMAR: un nuevo servicio operativo centrado en los procesos océano/atmósfera frente a la zona centro-norte de Chile.*

Josse Contreras Rojas

32. *Evolución del Evento El Niño 2023-2024 en la Región Norte de Chile.*

Rosalino Fuenzalida Fuenzalida

33. *Efecto de la marea en sicigia y cuadratura en las variaciones diarias de la Zona de Mínimo Oxígeno en el sistema de surgencia de la bahía de Mejillones (23° S), norte de Chile.*

Tomás de la Cruz Pacheco

34. *Dinámica del transporte submareal a través de la Boca del Guafo: conectando el océano abierto y el Mar Interior de Chiloé.*

Valentina Mundaca-Odette Vergara

35. *Propagación de Ondas Atrapadas a la Costa en el Sistema de Corrientes de Humboldt (SCH) y su relación con variables biofísicas*

Juan Rojas-Odette Vergara

36. *Presencia de la masa de Agua Intermedia Antártica en la plataforma continental de la Patagonia Sur durante la transición Invierno-primavera.*

Pamela Linford

37. *Efectos de El Niño sobre la variabilidad de clorofila-a en aguas de la bahía de Valparaíso (33°S), Chile.*

Cedric Debeuf Pérez

38. *Evaluación de la actividad de remolinos de mesoescala y su impacto en la columna de agua, producto del cambio climático en la zona de surgencia centro-sur de Chile.*

Noelia Vejar

39. *Variabilidad de submesoescala de la temperatura superficial del mar frente a la costa central de Chile.*

Poliana Leiva Garay

40. *Observaciones de intrusiones termohalinas en la ZMO frente a la costa de Chile Central (36°30'S) basadas en observaciones de planeadores submarinos.*

Francisca Chirino

41. *Mezcla e inestabilidades de doble difusión frente a Chile central (36° 30'S): Estudio basado en observaciones con planeadores submarinos.*

Salma Espinoza Rivera

42. *Respuesta oceánica al rotor del esfuerzo del viento y su importancia en el sistema costero de Chile Centro-Norte (30°S).*

Luis Bravo

43. *Impacto del estrés del viento sobre la variabilidad estacional de la oxiclina a lo largo de la costa de Chile.*

Matias Pizarro-Koch

44. *Condiciones Oceanográficas de Bahía La Herradura, Región de Coquimbo.*

Jorge Oyanadel

45. *Rol del flujo geostrofico hacia la costa en la retención larval en una zona de surgencia permanente del centro-norte de Chile.*

Orlando Astudillo

Meteorología Sinóptica y Mesoescala

46. *Ausente*

47. *Análisis de los patrones de viento en Chile Austral.*

Diana Pozo

48. *Temporal variability of the 0°C isotherm height over the coast of the Biobío Region (36.4°S), Chile: characterization and case studies.*

Camila Quijada-Meza

49. *Fuentes y transporte de humedad asociados con aluviones de verano en la ladera occidental de Los Andes subtropicales (29°S-34°S).*

Charlie Opazo

50. *Relación entre los ríos atmosféricos y el gradiente orográfico de precipitación en las regiones de Biobío y Ñuble (~36°S).*

Ernesto González

51. *Caracterización de eventos prolongados de nieblas y nubosidad baja en el valle central de Chile.*

Gonzalo Campos Marín

52. *Caracterización del Jet de Barrera para el Año 2022.*

Sebastián Villalón Figueroa

Estuarios y Zonas Costeras

53. *Circulation in the Guafo Mouth: the gateway to northern Patagonia.*

Iván Pérez

54. *Covariabilidad entre el viento del Sur y la nubosidad baja a lo largo de la costa centro-norte de Chile*

Álvaro Gustavo Gómez-Contreras

55. *Dinámica física de un sistema Patagónico con presencia de hipoxia; Golfo Almirante Montt.*

Camila Soto Riquelme

56. *Forzantes Asociados a la Variabilidad Estacional de Masas de Agua en el Mar Interior de Chiloé.*

Rosana Cardenas

57. *Influencia de la apertura mecanizada de una desembocadura sobre la propagación de la onda de mareas en un estuario pequeño.*

Camila Bastías

Interacción Océano-Atmósfera

58. *La Oscilación de la Madden-Julian como principal forzante en los eventos extremos de marzo 2015.*

Álvaro Gustavo Gómez-Contreras

59. *Variabilidad interanual de la temperatura superficial del mar en el Océano Pacífico Tropical y su relación con las temperaturas del aire en Chile centro y sur durante la primavera austral.*

Priscila Parra

60. *Modelación hidrodinámica de las finas estructuras atmosféricas en la Patagonia Norte de Chile.*

Manuel Levicoy

61. *Modelación de la respuesta de la capa de mezcla del Mar Interior de Chiloé a eventos de baja presión.*

Bruno Herrera

62. *Impactos de la diversidad de eventos El Niño en las teleconexiones oceánicas y atmosféricas del Pacífico Suroriental.*

Nataly Antipil

Contaminación Química Atmosférica

63. *Caracterización y Atribución de Eventos de Contaminación para Fuentes Industriales de Compuestos Orgánicos Volátiles.*

Felipe Céspedes

64. *Caracterización de compuestos orgánicos volátiles y su dispersión en la zona urbana de Concón.*

Nicole Zarate

65. *Estudio de sensibilidad del ozono respecto de los isoprenos en Santiago: Una aproximación numérica.*

Alanís Páez

Temas: Clima y Meteorología

66. *Variabilidad Hidrológica en el Humedal Rano Raraku desde fines del siglo XIX.*

Vicente Castro

67. *Modelación hidrológica en Isla de Pascua: Impactos del ENSO en el régimen hídrico.*

Alberto Peña Castro

68. *Estimación del riesgo regional de incendios forestales en Chile mediante regresión logística.*

Christian Segura

69. *Estacionalidad de eventos hidrometeorológicos extremos en Chile.*

Álvaro Constanzo Gatica

70. *Diferencia entre la ionósfera de la costa Oriental y Occidental del Pacífico Sur y su asociación con fenómenos troposféricos.*

Marayén Canales

71. *Modelación del ciclo del polvo en el núcleo hiperárido (~23°S) del Desierto de Atacama, Región de Antofagasta.*

Aníbal González Zambrano

72. *Se traspasa a Simposio*

73. *Análisis de mediciones micrometeorológicas en el Salar del Huasco: resultados preliminares.*

Ricardo Muñoz

74. *Rol de los ríos atmosféricos en la precipitación y acumulación nival en el Cerro Divisadero, Región de Aysén.*

Nicolás García-Lee

75. *Desempeño del modelo Weather Research and Forecasting en la circulación superficial y su impacto en la energía solar en la región de Antofagasta.*

Francisca Jofré

76. *Implementación de un Sistema de Medición de Balance de Energía Superficial en el Valle de Santiago.*

Catalina Alzola

77. *Validación de Modelo Weather Research and Forecasting para el Valle de Santiago con Énfasis en la Estructura Vertical.*

Luca Toloza

78. *Simulaciones del viento usando el modelo Weather Research and Forecasting para la estimación del recurso eólico en la región de Magallanes.*

Aurora Lagos-Duarte

79. *Estudio de textos históricos para la identificación de variables meteorológicas del Chile del siglo XVIII y XIX.*

José Barraza Molina

80. *Fortalecimiento de la capacidad adaptativa del sector energético mediante los servicios climáticos.*

Juan Crespo

Oleaje y Tsunami

81. *Observaciones de oleaje durante ríos atmosféricos en la región del Biobío.*

Maricarmen Guerra

CONFERENCIAS

Conferencias Magistrales

In Memoriam: Humberto Fuenzalida;
Sus aportes al conocimiento de la
Climatología y del Cambio Climático Global
en Chile



Dr. José Rutllant
Universidad de Chile



In Memoriam:
Aldo Montecinos;
Sus aportes al conocimiento de la
meteorología y el clima en Chile



Dr. Patricio Aceituno
Universidad de Chile



Conferencias

Interacciones Océano-Atmosfera de
mesoescala : ¿Como impactan la dinámica
de la surgencia costera?



Dra. Vera Oerder-Gautron
Universidad de Concepción



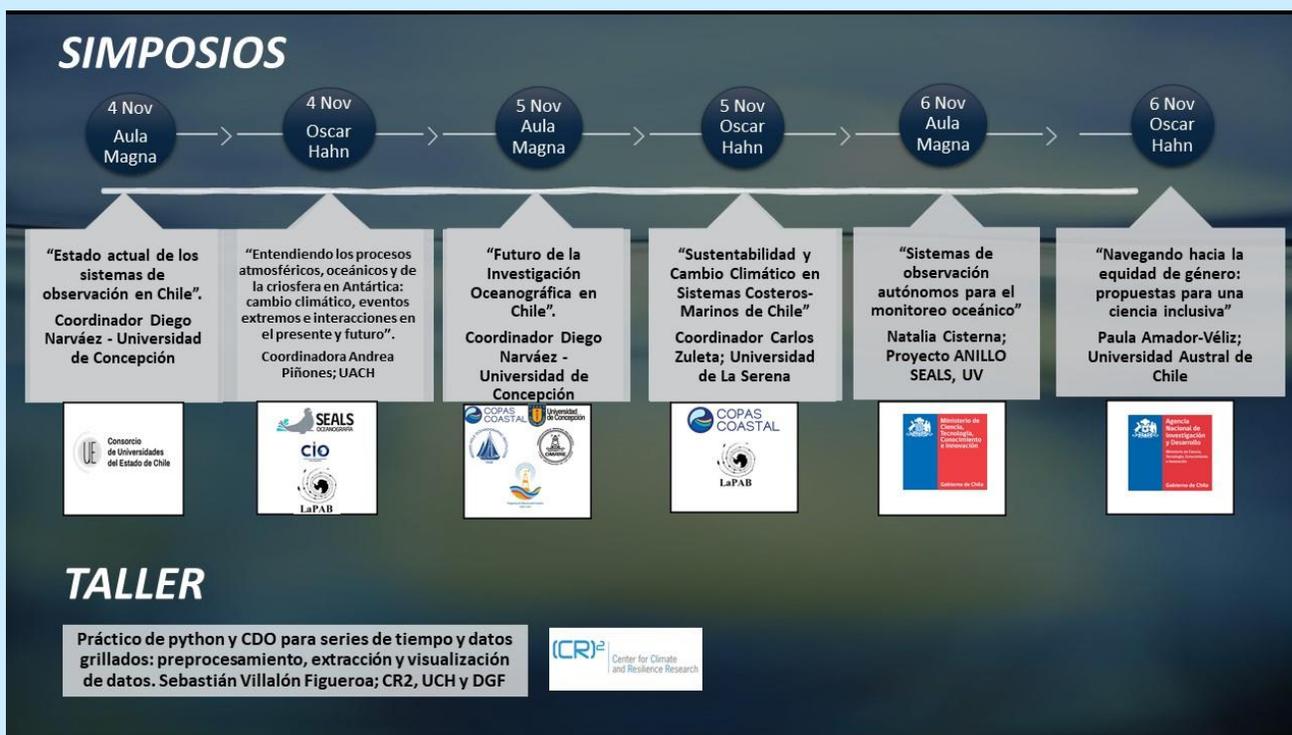
Environmental oceanography in
nearshore waters off California and
comparative coasts



Dr. John Largier
UCD/Bodega Marine Laboratory



SIMPOSIOS / TALLER



SIMPOSIOS

Programa: lunes 4 de noviembre 2024

Aula Magna

Estado Actual de los Sistemas de Observación en Chile

Organizador: Diego Narváez; Centro de Investigación Oceanográfica COPAS COASTAL, Universidad de Concepción.

Las variables climáticas esenciales (VCE) son variables que han sido identificadas por ser claves para entender el clima de la Tierra, por lo tanto, conocer sus escalas de variabilidad espacial y temporal es relevante para entender los efectos del cambio climático. En el océano, mantener mediciones in situ de estas variables en el mediano y largo plazo requiere desplegar sistemas de observación con sensores de calidad que registren VCE por largos períodos de tiempo. Esto es un desafío ya que los sistemas de observación son costosos de implementar y aún más mantenerlos por las condiciones marítimas que están expuestos. A nivel internacional, existen iniciativas que coordinan sistemas de observación financiados por instituciones públicas y privadas (e.g., NOAA, EOOS, GOOS, etc.). En Chile, han existido propuestas para implementar una red de observación empezando con una mejor coordinación (SIOOC-COP25), sin embargo, hasta ahora son pocas las iniciativas conocidas que mantienen sistemas de observación operativos a nivel nacional. Este simposio tiene por objetivo revisar el estado actual de los sistemas de observación a lo largo de Chile, considerando anclajes costeros y oceánicos, boyas oceanográficas desplegadas recientemente y cualquier otra iniciativa que esté operando a la fecha que aporte a entender la variabilidad temporal de mediano y largo plazo del Océano Pacífico Sur-Oriental.

- 14:30 – 14:40 Introducción al Simposio.
Diego Narváez; Centro de Investigación Oceanográfica COPAS
COASTAL, Universidad de Concepción.
- 14:40 – 15:00 Long-term air-sea observations in the Southeast Pacific.
Sebastien Bigorre & Robert Weller
Woods Hole Oceanographic Institution

We describe 2 decades of in-situ observations at the Stratus mooring (20 S, 85 W) of the near-surface meteorology and upper ocean. The measurements are quality-controlled to optimize accuracy. The remarkable stability of the wind direction is symptomatic of the Trade Wind regime, but there is a noticeable climatological annual cycle in solar radiation and wind speed, which is reflected in the ocean mixed layer characteristics. Interannual variations of

Sea Surface Salinity (SSS), Temperature (SST), and precipitation are related to the ENSO index. Decadal variability is also observed in wind and air humidity. The net yearly heat flux computed with the COARE bulk algorithm is $37 \pm 10 \text{ W m}^{-2}$ heat gain to the ocean. Comparisons with climate models (CMIP6) and Reanalyses (MERRA-2, NCEP-2, ERA-5) indicate these numerical products underestimate the ocean heat gain at the Stratus site and other sites in the Trade Wind regime. However, the climate models overestimate SST in the Stratus region, pointing to a cooling pathway in the upper ocean at Stratus.

15:00 – 15:15 “Porque una boya sólo es una boya mientras esté a flote”: POSAR en la Estación 18, Región del Biobío

Martín Jacques-Coper¹, René Garreaud¹, Laura Farías¹, Diego Narváez², Ignacio Ruz¹, Susana Bustos¹, Nicolás Mayorga³, José Cifuentes³

¹ Centro de Ciencias para el Clima y la Resiliencia, Universidad de Chile

² COPAS COASTAL, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción

³ Advection Spa.

Luego de haber operado en la desembocadura del Río Itata entre 2016 y 2020, y tras cuatro años en tierra, la Plataforma de Observación del Sistema Acoplado Océano Atmósfera (POSAR), estrenada al alero del Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia CR2, vuelve a monitorear el océano costero de Chile centro-sur. Específicamente, POSAR consiste en una boya costera de media profundidad ubicada a $\sim 18 \text{ km}$ frente a Dichato/Coliumo en la Región del Biobío ($36^{\circ}30'S - 73^{\circ}07'W$), en las coordenadas de la Estación 18, un punto donde equipos de la Universidad de Concepción realizan mediciones oceanográficas mensuales desde 1997. Esta zona costera está expuesta a diversos fenómenos físicos (surgencia costera, descarga de ríos, temporales de invierno) y en ella coexisten múltiples actividades antrópicas (pesquerías, turismo, agricultura, silvicultura).

POSAR realiza observaciones con una frecuencia de 5 minutos para variables meteorológicas y 1 hora para variables oceanográficas. Las mediciones meteorológicas se realizan a 2.5 m sobre el nivel del mar e incluyen viento (magnitud y dirección), temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar fotosintéticamente activa (PAR) y presión atmosférica. Las mediciones oceanográficas se realizan a 1 m de profundidad e incluyen temperatura del agua, conductividad, oxígeno disuelto (DO), pH, concentración de nitrato (NO_3). Las mediciones de temperatura, conductividad y DO se repiten a 10 m de profundidad. En esta presentación realizamos una descripción de POSAR y revisamos algunas de sus potenciales aplicaciones científicas.

15:15 – 15:30 Avances científicos y retos en oceanografía operacional del Observatorio Marino Reloncaví (OMARE)
Iván Pérez-Santos^{1,2,3}, Patricio Díaz^{1,4}, Pamela Linford², Guido Mansilla¹, Robinson Altamirano¹, Laura Farías^{5,6}, Paulina Montero³, Barbara Cantarero¹, Gonzalo Saldías⁷, Sergio Contreras⁸, Carlos Lara⁸, Ana María Zarate⁹, Ramiro Riquelme^{10,11}

¹Centro i~mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile. ivan.perez@ulagos.cl

²Centro de Investigación Oceanográfica COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

³Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Coyhaique, Chile

⁴CeBiB, Universidad de Los Lagos, Casilla 557, Puerto Montt, Chile.

⁵Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

⁶Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), Concepción, Chile.

⁷Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile.

⁸Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.

⁹Universidad de la Frontera, Temuco, Chile.

¹⁰Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

¹¹Instituto Milenio de Oceanografía (IMO), Concepción, Concepción, Chile.

En marzo del 2017 se instaló una boya oceanográfica en la zona central del Seno Reloncaví, Patagonia norte. Con la instalación de la boya, se creó el Observatorio Marino Reloncaví (OMARE) a través del Decreto Universitario DU 1269. Este proyecto liderado por el Centro i~mar de la Universidad de Los Lagos, contó con fondos del programa FONDEQUIP, y actualmente continúa en operación gracias al apoyo de la Dirección de Investigación de la Universidad de Lagos. En la actualidad, ya se cuenta con siete años de mediciones continuas de variables atmosféricas (temperatura del aire, presión atmosférica y velocidad y dirección del viento), de la calidad del agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, fluorescencia y turbidez) de fitoplancton, zooplancton y sedimentos marinos, permitiéndonos conocer la dinámica estacional del Seno Reloncaví. Durante el periodo de monitoreo hemos confirmado con certeza la importancia que tienen los aportes de agua dulce, provenientes principalmente del derretimiento de las nieves durante la primavera y el verano, en la producción biológica de esta región. La entrada de estas aguas menos densas al Seno de Reloncaví intensifica la estratificación, permitiendo que los organismos del fitoplancton queden confinados cerca de la superficie, aprovechando mejor la luz y los nutrientes que les permiten crecer con rapidez. El segundo resultado importante, está relacionado con la entrada de aguas oceánicas profundas todos los años entre los meses de otoño-invierno, favoreciendo la ventilación y el recambio de las aguas del Seno. Estas son algunas de las razones que justifican la importancia

científica de continuar con la serie de tiempo oceanográfica de OMARE. Además, de la utilidad de los datos de la boya para enfrentar emergencias ambientales. Los datos colectados han contribuido con más de 10 publicaciones científicas, 11 tesis de pre y postgrado, 15 prácticas profesionales y apoyos a proyectos adjudicados de ANID y otras fuentes, siendo uno de los logros más importantes la red de colaboración implementada con universidades nacionales e internacionales. Sin embargo, en estos siete años hemos experimentado problemas con la colección datos, mantención, calibración de sensores, fondeo, entre otros, que compartiremos con los participantes del simposio.

Financiamiento: EQM 160167, FONDECYT 1211037, COPAS COASTAL ANID FB210021 y CIEP R20F002.

15:30 – 15:45 CHONOS: Plataforma de información oceanográfica al servicio de la toma de decisiones en la Patagonia
Gabriel Soto, Pablo Reche, Elías Pinilla, Cristian Ruiz, Patricio Salas, Marcela Arriagada, Camila Soto Riquelme, Valentina Besoain, Luis Avello, Milton Salas, Javiera San Martin, Sebastián Sepúlveda, Pedro Valdebenito, Jurleys Vellorín, Oliver Venegas, Miguel Vergara & Marcela Toro. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), División de Acuicultura oficinas en Castro, Chiloé.

El desarrollo de los estudios oceanográficos del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), tuvo su génesis en la crisis sanitaria experimentada por la salmonicultura a partir del 2008. La cual fue canalizada en el programa: Asesoría integral para la toma de decisiones, mediante la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA) y financiadas por el Ministerio de Economía (MINECON), actualmente a este programa se le denomina convenio de desempeño, siendo su espíritu primordial, proporcionar al estado, mediante las entidades tomadoras de decisiones, contar con información científica, para la gestión sustentable de los recursos hidrobiológicos, dentro de los ecosistemas donde se emplaza la actividad productiva.

Para la ejecución de este programa, la SSPA mandató a IFOP. De esta forma, el 2011 se crea la unidad de oceanografía IFOP, en Castro (Chiloé), donde se concretan los estudios del área de la oceanografía, los cuales han permitido realizar estudios, de monitoreo, observaciones instrumentadas y modelación numérica de la zona Sur Austral regiones (X-XI-XII), abordando la hidrodinámica física (patrones de circulación, tasas de renovación, conectividad) y procesos biogeoquímicos asociados sobre todo en la dinámica del oxígeno disuelto junto con los nutrientes, identificación de zonas con hipoxia y anoxia (desoxigenación), implementación de modelos biogeoquímicos, modelos acoplados de oxígeno disuelto.

Para dar un marco operativo a toda la información oceanográfica generada en este programa, pero que estaba concentrada en informes escritos, bases de datos, talleres, presentación en congresos y publicaciones científicas, es que a partir del año 2018 se estableció el portal web

oceanográfico CHONOS (<https://chonos.ifop.cl/>), para entregar y poder utilizar esta información de manera libre, puntual y operacional no solo a los tomadores de decisiones del estado, principalmente la SSPA, sino a la comunidad en general, favoreciendo las oportunidades y enriqueciendo el conocimiento de los mares australes. CHONOS integra la información generada en los diferentes estudios anteriormente descrito, lo que permitió el desarrollo de herramientas y aplicaciones, tales como: modelo numéricos de pronósticos operacionales océano-atmósfera MOSA, modelos históricos océano-atmósfera de diferentes cuerpos de agua ATLAS, modelos para determinar la dispersiones de partículas PARTIMOSA, modelos lagrangianos biofísicos y matrices de conectividad CLIC, modelo hidrológico de caudales de toda la Patagonia chilena (FLOW), Además de implementar una red de estaciones meteorológicas en línea REDMET, junto con una visualizador de observaciones con variables físico, químicas y biológicas (propiedades columna de agua).

15:45 – 16:00 Desarrollo y desafíos futuros para el programa de observación oceanográfica en el complejo de fiordos asociados a los ríos Baker y Pascua, Región de Aysén
Fabián Tapia^{1,2}, Diego Narváez^{1,2}, Marcelo Gutiérrez^{1,2}, Carlos Moffat³, Iván Pérez-Santos^{2,4}

¹Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile

²COPAS Coastal, Universidad de Concepción, Chile

³University of Delaware, USA

⁴Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile

El complejo de fiordos y canales asociados a los ríos Baker y Pascua, Región de Aysén, reúne características geomorfológicas e hidro-meteorológicas que lo han convertido en un área de alto interés de investigación durante las últimas décadas. Desde el año 2008, el Centro de Investigación Oceanográfica COPAS (Sur-Austral y Coastal) ha desplegado instrumental y desarrollado mediciones en esta área, combinando instrumental anclado con cruceros oceanográficos tanto en las inmediaciones de las desembocaduras de los ríos ya mencionados como a lo largo de los dos canales principales que conectan estos ríos con el Golfo de Penas y el Océano Pacífico. Se presenta una sinopsis de los tipos de mediciones y variables registradas en la zona durante los últimos 16 años, así como una síntesis de los principales patrones detectados, hallazgos científicos derivados de estas observaciones, y desafíos pendientes para el futuro.

16:00 – 16:15 Sistema integrado de monitoreo oceanográfico y meteorológico en la región de Magallanes

José Garcés-Vargas, Ricardo Giesecke, Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile. Centro FONDAP-IDEAL, Valdivia Chile

Se presenta el trabajo realizado en el desarrollo de un sistema multiplataforma de monitoreo oceanográfico y meteorológico en la región de Magallanes, como parte del centro FONDAP-IDEAL. Este sistema incluye estaciones meteorológicas, anclajes, muestreos mensuales, cruceros y sistemas de monitoreo continuo a través de barcos de oportunidad. En los últimos ocho años, se ha establecido un Observatorio Costero en el Canal Beagle y Estrecho de Magallanes, en la región de Magallanes con la participación de varios países, en el marco del proyecto DynaMo. Este proyecto involucra a científicos del Instituto Alfred Wegener, la Universidad de Oldenburg, ambos de Alemania, CADIC en Ushuaia, Argentina y el Centro IDEAL en Valdivia, Chile. El objetivo es analizar y documentar el estado del ecosistema, facilitando una gestión sostenible a futuro. Se presentan los sistemas de monitoreo disponibles y la plataforma de datos de esta iniciativa, que busca promover el conocimiento sobre el funcionamiento de los ecosistemas en las altas latitudes, cada vez más afectados por el impacto antropogénico y el cambio climático.

16:15-16:30

Mesa redonda: Expositores y Participantes

Programa: lunes 4 de noviembre 2024

Oscar Hahn

Entendiendo los procesos atmosféricos, oceánicos y de la criósfera en Antártica: cambio climático, eventos extremos e interacciones en el presente y futuro

Organizadora: Andrea Piñones; Universidad Austral de Chile, Centro IDEAL, Copas-Coastal, Universidad de Concepción & Instituto Milenio BASE

En las últimas décadas, las regiones en altas latitudes particularmente la Antártica han experimentado grandes cambios ambientales. Estos incluyen un sostenido aumento de la temperatura del aire y el océano, trayendo consigo una disminución en la cobertura de hielo marino, el desprendimiento de plataformas de hielo y un cambio significativo en los ecosistemas marinos que dependen de éste. Adicionalmente, se ha observado un aumento de eventos climáticos extremos como las olas de calor marinas y atmosféricas.

En esta sesión se invita a revisar el estado del sistema océano-atmósfera-criósfera de Antártica. Revisaremos estudios en todas las áreas de la geofísica, poniendo especial atención en el estado actual, las proyecciones de cambio y los eventos extremos que están impactando a Antártica, en particular las regiones costeras de bahías y fiordos.

EXPOSITORES

- Modulación de eventos cálidos extremos en la Península Antártica Occidental (PAO) por la Oscilación de Madden-Julian (MJO) durante el verano austral
Álvaro Constanzo Gatica; Departamento de Geofísica, Universidad de Chile, Chile; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Chile; Dirección Meteorológica de Chile, Chile / Santiago / Chile
Martín Jacques-Coper; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Chile; Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción, Chile; Centro de Investigación Oceanográfica COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Chile.

Estudiar los eventos cálidos en la Península Antártica (PA) es importante en sí mismo al ser la región que alberga la mayor biodiversidad del continente. Estudiamos estos eventos en la zona occidental de PA (PAO) durante el verano extendido (noviembre-marzo) del periodo 1980-2020. Usando el percentil 90 móvil de temperatura máxima de la estación Eduardo Frei (62,19°S 58,96°O), definimos eventos cálidos extremos no persistentes (CEs) y olas de calor (OCs). Estos eventos son agrupados mediante el algoritmo k-means en función de sus configuraciones sinópticas. Investigamos la relación de los grupos con la Oscilación de Madden-Julian (MJO) mediante el análisis de frecuencia relativa de eventos que ocurren en

alguna de las ocho fases activas definidas por el índice de Wheeler & Hendon, la evolución de trayectorias intraestacionales en el respectivo espacio de fase, y compuestos hemisféricos de anomalías de presión en superficie, función corriente y radiación de onda larga saliente. Encontramos que los eventos cálidos extremos (OCs o CE) tienden a ocurrir bajo tres condiciones sinópticas principales, determinadas por la ubicación relativa de perturbaciones en latitudes medias. Dos de esas configuraciones, de carácter sinóptico más persistente que la restante, concentran 85% de OCs que ocurren en PAO. El ~64% del total de OCs y el ~57% del total de CE ocurren durante fases activas de la MJO. Los eventos OCs ocurren preferentemente en la fase 7 activa. Los eventos CE exhiben fases activas predominantes de la MJO 7, 3 y 2+3, respectivamente. La agrupación en clústers permite discriminar no sólo las fases activas preferentes de ocurrencia de los eventos, sino también el desarrollo de sus trayectorias previas, considerando un periodo de dos semanas. Finalmente, el análisis de compuesto exhibe la propagación de ondas de Rossby cuyo origen, forma y evolución tiene un comportamiento diferenciado en cada clúster.

Discutimos estos resultados sobre la base del análisis de trayectorias de cada clúster y discutimos la eventual aplicabilidad de estos resultados para el pronóstico de estos eventos extremos.

- Bajo lupa: ¿Puede ERA5-Land capturar la meteorología en la Península Antártica?
Albert Palomino González; Universidad Austral de Chile / Valdivia / Chile
Andrea Piñones; Universidad Austral de Chile; Chile.
Paula Amador-Véliz; Universidad Austral de Chile; Chile.
Octavio Mercado-Peña; Universidad Austral de Chile; Chile.
Javier Zamora-López; Universidad Internacional de La Rioja; España.

Aunque remota, la Península Antártica alberga la mayor concentración de bases científicas en la región. La mayoría de estas bases cuenta con estaciones meteorológicas, algunas de las cuales iniciaron sus registros en la década de 1950. Además, una creciente red de estaciones meteorológicas automáticas en la Península está ampliando estos registros, los cuales son esenciales para estudiar el cambio climático y sus efectos en los ecosistemas antárticos. Sin embargo, la homogeneidad de estas bases de datos es limitada en cuanto a la extensión temporal, las variables registradas, frecuencia de registro y la distribución geográfica a lo largo de la Península Antártica. Los productos de reanálisis, como ERA5-Land, ofrecen una alternativa valiosa con alta resolución espacial (0.1°) y cobertura temporal horaria desde 1950. No obstante, estos productos pueden presentar sesgos que es crucial cuantificar para su uso en estudios climáticos o de acoplamiento físico-biológico. Este estudio proporciona la primera validación del producto ERA5-Land en la Península Antártica, al comparar observaciones in situ con los valores de grilla correspondientes del reanálisis. Específicamente, se evalúan la temperatura atmosférica a 2 m, la humedad relativa, la precipitación, la dirección

y velocidad del viento, y la presión a nivel del mar en 15 estaciones meteorológicas, cubriendo el período de 1980 a 2020.

- Efectos del viento en patrones temporales de la hidrografía costera en las Islas Shetland del Sur, Península Antártica

Claudia Morales; Universidad de Valparaíso / Concón / Chile

La bahía Fildes, ubicada al sur de la isla Rey Jorge en las Islas Shetland del Sur, Antártica, es un laboratorio natural para el estudio del impacto del cambio climático global inducido por el hombre en zonas polares, donde se han registrado cambios significativos en la estructura vertical de la columna de agua. En el verano del 2020 y 2023 se llevaron a cabo mediciones con el objetivo de cuantificar la influencia de forzantes físicos en la hidrografía al interior de la bahía, las que consideraron el despliegue de un correntómetro y un anclaje de termistores, CTD autocontenido y un sensor de oxígeno. Además, se realizaron perfiles verticales de CTDOF en cada anclaje fijo para ambos años. De esta forma, se obtuvo la estructura temporal de las corrientes y de la columna de agua y se analizó la variabilidad del viento del sector registrada en la estación meteorológica de la DGAC y el pronóstico de marea registrado por IOC. Resultados preliminares sugieren que existe una respuesta de la columna de agua, cuantificada en base a cambios en la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto a que son inducidas por el viento del sector. Intensos eventos del esfuerzo del viento, producen un enfriamiento de la columna de agua, respuesta asociada posiblemente al aumento de la salinidad, lo que sugiere un afloramiento de aguas subsuperficiales. Durante eventos de menor intensidad o relajación, la columna de agua recupera su equilibrio, lo que se refleja en las propiedades oceanográficas. Los efectos de esta dinámica también se presentan en el oxígeno disuelto a 90 m de profundidad. En la bahía Fildes, estos resultados de series de tiempo aportan al conocimiento de la dinámica de bahías en la zona Antártica y que permiten poner a prueba hipótesis planteadas previamente para el sector.

- Eventos extremos de temperatura superficial del mar en Bahía Maxwell: detección de olas de calor y frío marinas invernales durante las últimas dos décadas

Octavio Exequiel Mercado Peña; COPAS Coastal / Valdivia / Chile

El Océano Austral desempeña un papel fundamental en la absorción y almacenamiento del calor oceánico global, concentrando entre el 60% y 90% de los procesos de intercambio de calor asociados con el calentamiento global. Como carece de barreras continentales, a diferencia de otros océanos, los fenómenos atmosféricos y oceánicos tienden a impactar el continente antártico de manera más extensa, siendo la Península Antártica (PA) una de las áreas más afectadas. Uno de los eventos extremos que ha impactado significativamente a la PA y que ha recibido mayor atención recientemente son las olas de calor marinas (OCM), cuya

frecuencia y duración han experimentado un aumento significativo desde principios del siglo XX. Aunque menos prominentes, las olas de frío marinas (OFM) también son relevantes en este contexto.

Ambos fenómenos consisten en períodos prolongados de anomalías de baja o alta temperatura del mar, con una evaluación y clasificación basadas en la definición de umbrales de referencia (percentiles 10 y 90, respectivamente) asociados a su comportamiento climatológico. El objetivo de este estudio es cuantificar y caracterizar los eventos de OCM y OFM invernales que han ocurrido en las últimas dos décadas en la Bahía Maxwell, Península Antártica. Para ello, se utilizaron datos de temperatura superficial del mar del producto ERA5 (ECMWF) ($0.25^\circ \times 0.25^\circ$), implementando una metodología basada en cálculos de percentiles y una climatología de 30 años. Como resultado, se identificó un aumento en la frecuencia, duración e intensidad de las OCM y una ausencia de OFM desde el año 2018 en adelante. Además, se identificó una relación entre los eventos de olas de calor y frío atmosféricas de mayor intensidad, con los eventos de OCM y OFM más intensos y prolongados en ambas décadas. Estos resultados retroalimentan lo que otros autores han observado, como los cambios en la extensión del hielo marino desde 2015, las tendencias en la temperatura oceánica y en estos eventos extremos en el Océano Austral.

- **Eventos Costeros Extremos: Condiciones oceanográficas y acoplamiento océano-atmósfera durante olas de calor marinas en Bahía Maxwell, Península Antártica.**
Paula Amador-Véliz; Universidad Austral de Chile / Valdivia / Chile

En las últimas décadas, la Antártica ha experimentado un aumento de eventos climáticos extremos que han tenido consecuencias como el aumento de la temperatura superficial del mar (TSM), el derretimiento de glaciares y cambios en los ecosistemas marinos. Los mayores aumentos de TSM se han registrado durante verano austral, algunos de ellos están asociados a eventos de olas de calor marinas (OCM), las cuales se caracterizan por ser eventos anómalos de elevada TSM que perduran durante al menos 5 días y superan el umbral de referencia (percentil 90). En los últimos años se ha observado un incremento significativo en la frecuencia de estas OCM, lo que indica la necesidad para la comunidad científica de conocer las implicancias que pueden tener estos eventos en la columna de agua y como los ecosistemas antárticos se ven amenazados. Este estudio tiene como objetivo identificar las OCM en Bahía Maxwell desde 2017 a 2024 a partir de datos de reanálisis validados con datos de temperatura a 10m de profundidad, estudiar las posibles implicancias en la columna de agua durante verano austral con datos de CTD dentro de la bahía y analizar las condiciones atmosféricas del área con productos de reanálisis y estaciones meteorológicas. Se identificaron 12 OCM durante verano austral, cuatro 4 de estos eventos se presentaron durante las campañas oceanográficas de enero de cada año. Se logró identificar que algunos eventos eran de formación remota, al sur de las Islas Shetland del Sur y otros de formación local. Estos últimos, tienen un mayor

impacto en la columna de agua, modificando la estructura de la temperatura y la salinidad hasta los 50 m de profundidad, mientras que los de origen remoto podrían influir hasta los 10 m de profundidad. Los resultados obtenidos en este estudio tienen implicancias para los ecosistemas marinos que habitan las regiones costeras, acostumbrados a rangos de temperaturas relativamente pequeños. Nuestro estudio avanza en el entendimiento del impacto de olas de calor marinas y su efecto en las interacciones acopladas entre la atmósfera y el océano.

- Control que ejerce la presencia de un cañón submarino en la Península Antártica norte sobre la variabilidad y los tiempos de residencia de la circulación oceánica
Andrea Piñones, Universidad Austral de Chile / Valdivia / Chile
David Donoso; Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; Chile
Paula Amador Véliz; Universidad Austral de Chile; Chile
Octavio Mercado Peña; Centro COPAS Coastal; Chile
Albert Palomino; Universidad Austral de Chile; Chile

En la Península Antártica Norte (PAN) y particularmente en regiones sobre la plataforma continental podemos encontrar cañones submarinos que cruzan transversalmente ésta. Estas estructuras batimétricas actúan como conducto para intrusiones de Agua Circumpolar Profunda, una masa de agua que transporta calor y nutrientes hacia regiones costeras antárticas y que promueven una alta productividad biológica. En este estudio se presenta la relación que existe entre la circulación oceánica, el cañón submarino Nelson (en la PAN) y la formación de una región biológicamente productiva. A través de la implementación de un modelo de numérico Regional Ocean Modeling System de 1,5 km de resolución espacial y compuesto de 24 niveles sigma, se realizaron experimentos Lagrangianos y estimaron tiempos de residencia en el cañón Nelson. Para elucidar el rol de la batimetría se realizaron experimentos de sensibilidad, incluyendo un experimento control, uno con cañón más realista y otro sin-cañón. Los resultados mostraron que la energía cinética promedio difiere entre el experimento realista y el sin-cañón, ésta es mayor en la cabeza del cañón bajo el experimento realista. Además, la estructura espacial de alta energía cinética promedio es coherente con la preferencia de hábitat utilizado por focas de Weddell un depredador tope del ecosistema en la región. Este acoplamiento biológico-físico indica que la interacción entre la batimetría y la circulación está generando áreas biológicamente productivas.

- Influencia de Patrones Atmosféricos Sinópticos-Intraestacionales y Condiciones Océánicas en la Variabilidad Estival de la Concentración de Clorofila-a en el Estrecho de Bransfield, Península Antártica Occidental
Efraín Valencia Arriagada; Universidad de Concepción / Concepción / Chile
Martín Jacques-Coper; Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción;
Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile; Centro de Investigación Oceanográfica COPAS COASTAL, Universidad de Concepción; Chile
María Estrella Alcamán; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile; C+, Universidad del Desarrollo; Chile
Andrea Piñones; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile; Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral; Chile

Estudiamos la concentración de clorofila-a (Chl-a) en el Estrecho de Bransfield (EB), al noroeste de la Península Antártica Occidental (PAO), y su relación con condiciones atmosféricas y oceanográficas durante los veranos extendidos (noviembre-marzo) de 2003 a 2024. Nos enfocamos en la variabilidad de escala sinóptica-intraestacional utilizando datos satelitales MODIS-Aqua de Chl-a (resolución de 6-8 días), datos meteorológicos del reanálisis ERA5, y perfiles hidrográficos CTD (conductividad, temperatura, profundidad) del programa Antarctic Marine Living Resources (AMLR). Aplicamos métodos de descomposición aditiva para examinar la variabilidad temporal y espacial de Chl-a en distintas escalas (interanual, estacional, sinóptica- intraestacional), y usamos análisis de clústers k-means para identificar patrones significativos de circulación atmosférica que influyen en Chl-a, considerando eventos de alta (>percentil 85, $+0.097 \text{ mg/m}^3$) y baja Chl-a (<percentil 15, -0.11 mg/m^3), obtenidos desde las anomalías sinópticas-intraestacionales. Los resultados revelan los patrones atmosféricos que modulan las condiciones ambientales en la zona e impactan significativamente en la Chl-a. Identificamos dos mecanismos que favorecen el aumento de Chl-a: uno exhibe una anomalía anticiclónica centrada en la Península Antártica, que debilita los vientos del oeste e induce cielos despejados y una capa de mezcla oceánica más superficial, lo que aumenta la exposición a la luz; el otro exhibe un dipolo zonal anomalías ciclónica y anticiclónica centradas en el Mar de Bellinghausen (MB) y este del Paso de Drake (PD), respectivamente, fortalece la Corriente de Bransfield (CB), y favorece un mayor ingreso de Aguas Transicionales desde el MB, ricas en nutrientes. Por otro lado, dos mecanismos que inhiben el aumento de Chl-a son: uno caracterizado por una circulación anómala anticiclónica centrada al norte del PD, que refuerza los vientos del oeste y genera en una capa de mezcla más profunda y menos exposición a la luz, y otro caracterizado por un dipolo zonal con anomalías anticiclónica y ciclónica, centradas en el MB y este del PD, respectivamente, que debilita la CB, permitiendo el ingreso de Aguas Transicionales desde el Mar de Weddell, pobres en Chl-a.

Programa: martes 5 de noviembre 2024

Aula Magna

Futuro de la Investigación Oceanográfica en Chile

Organizador: Diego Narváez; Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción

La Política Oceánica Nacional sienta las bases de conservación y uso sustentable del mar y sus recursos, el combate de la pesca ilegal, a la polución marina y a los efectos del cambio climático en el océano, así como las áreas protegidas. Por su naturaleza, incluye la participación de varios ministerios, quienes en el 2023 crearon el Programa Oceánico Nacional que se concibe como la concretización de las líneas de acción establecidas en la Política Oceánica y como tal presenta una serie de objetivos, medidas e iniciativas para su materialización. El Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Conocimiento, es responsable de la línea de acción del “Desarrollo Científico” y tiene el rol de fortalecer y garantizar la investigación científica y tecnológica para generar conocimiento robusto y actualizado que permita mejorar el entendimiento del sistema oceánico y que sea la base para la toma de decisiones en organismos públicos, privados, y en la sociedad.

Este simposio invita a discutir sobre el presente y futuro de la investigación oceanográfica en Chile, con el fin de avanzar en la implementación del Programa Oceánico Nacional y específicamente en la modernización de la institucionalidad existente para la investigación oceánica, el fortalecimiento del sistema de observación, monitoreo y pronóstico del océano y sobre las brechas para el desarrollo de capacidades profesionales y técnicas para las ciencias oceánicas. Contará con expertos en política públicas e investigadores con el objetivo de recopilar información sobre las condiciones actuales de la oceanografía en Chile para incorporarlas al Programa Oceánico Nacional.

14:30 – 16:30

Introducción/Desarrollo del Taller.

Diego Narváez; Centro de Investigación Oceanográfica COPAS COASTAL, Universidad de Concepción.

Programa: martes 5 de noviembre 2024

Oscar Hahn

Simposio Sustentabilidad y Cambio Climático en Sistemas Costeros-Marinos de Chile

Organizador: Carlos Zuleta Ramos; Universidad de La Serena, Chile & Universidad de Murcia, España.

PANELISTAS

1. ETNOBIOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN HUMEDALES MARINOS DEL SUR DE CHILE
Jaime Cursach Valenzuela. Fundación Conservación Marina. Puerto Montt, Chile.

Se estudió la etnobiología de dos humedales marinos del sur de Chile, identificando indicadores locales de impacto del cambio climático, mediante el análisis del conocimiento ecológico local. Se trabajó en los humedales marinos de Coihúin y de Maullín, ubicados en la Provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos, sur de Chile. Ambos lugares son sitios de importancia para la conservación de aves playeras migratorias. Entre noviembre del 2022 y marzo 2023, se realizaron 35 entrevistas semiestructuradas a personas que habitan y utilizan estos humedales marinos. Los resultados indican que la principal actividad laboral es la recolección de orilla (de algas y mariscos) y cultivo del alga Pelillo (Agarophyton chilense). Existe un importante conocimiento ecológico local de las comunidades litorales que habitan los humedales marinos estudiados. Se identificaron 24 especies de plantas, algas y animales conocidos localmente por sus propiedades medicinales. Por otra parte, se identificó un total de 38 indicadores locales de impacto del cambio climático. De éstos, ambos humedales comparten 17 indicadores locales relacionados con el aumento de la temperatura promedio del aire y de la temperatura superficial del mar, cambios en la superficie de la línea de costa, aumento de la contaminación, pérdida de la abundancia de especies marinas, y disminución de la productividad de praderas de Pelillo. Se discute la vulnerabilidad social ante la necesidad de afrontar/adaptarse a los cambios ambientales, las sugerencias locales y futuras líneas de investigación.

2. CONSERVACIÓN Y SUSTENTABILIDAD DE LA CADENA DE HUMEDALES COSTEROS DEL DESIERTO PERUANO-CHILENO EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO GLOBAL.
Elier Tabilo Valdivieso. Centro Neotropical de Entrenamiento en Humedales & Iniciativa Humedales Costeros, Chile.

Los humedales a lo largo de la costa árida-semiárida del Pacífico Sudamericano son cruciales para las aves migratorias y la numerosa población humana que viven en esta zona. Sin embargo, según la Convención de Ramsar en América Latina y el Caribe se ha perdido cerca



del 30% de estos humedales desde 1970 por la expansión agrícola y urbana. Frente a este desafío, en el año 2015 nace la Iniciativa para la Conservación de los Humedales Costeros y Aves Playeras del Pacífico Sudamericano, con el objeto de promover la cooperación regional, impulsar la implementación de un plan de acción, aumentar la conciencia y apreciación hacia los humedales, e involucrar a diferentes actores y promover acciones en Ecuador, Perú y Chile. La iniciativa cuenta con un Plan de Acción, que es implementado por un concurso de proyectos y así dar apoyo financiero y técnico a diferentes propuestas presentadas por organizaciones de la región. A la fecha, hemos ejecutado tres concursos, y 29 proyectos. También, contamos con una Atlas en línea de los humedales costeros de la región como una herramienta de monitoreo y ciencia ciudadana, facilitar el flujo de información sobre los humedales. Nuestros próximos pasos consisten en fortalecer el trabajo ciudadano, privados y gobiernos locales y nos anima el diseñar y poner a prueba nuevos modelos de gobernanza para la conservación de los humedales a nivel global.

3. PLAYAS DE ARENA DE CHILE CENTRAL: MACROINFAUNA INTERMAREAL, AMENAZAS ANTROPICAS Y NATURALES

Eduardo Jaramillo. Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad Austral de Chile, Valdivia

En un mundo amenazado por los efectos del cambio climático (e.g., aumento del nivel del mar y marejadas), el uso de defensas costeras artificiales (primariamente murallas de concreto y enrocados), ha llegado a ser una práctica común en los ambientes costeros alrededor del mundo, incluyendo playas arenosas. Estudios puntuales, llevados a cabo en playas arenosas de Chile (ca. 37°S) y California (ca. 34°N), muestran que la presencia de defensas costeras artificiales, afecta significativamente la abundancia de organismos típicos de playas arenosas. Tales resultados han sido confirmados por la ocurrencia del terremoto del 27F 2010 en Chile; i.e., luego del levantamiento continental cosísmico que ocurrió en la costa de Arauco, se recuperó el hábitat intermareal, que con anterioridad a este evento estaba ocupado por defensas costeras artificiales. Esto resultó en una recolonización rápida de organismos típicos del intermareal superior y medio. En esta presentación, se comentan resultados de estudios llevados a cabo en la costa del Golfo de Arauco y que demuestran como la deformación continental asociada al ciclo sísmico, interactúa con la presencia de defensas costeras, fragmentando el componente físico y biológico que forma parte del mismo. Consecuentemente, debe tenerse presente que -debido al ciclo sísmico y su interacción con esas estructuras artificiales- el paisaje costero es muy dinámico, tema relevante en la planificación territorial de la costa.

4. SUSTENTABILIDAD Y CONSERVACIÓN DE HUMEDALES COSTEROS DEL NORTE DE CHILE CENTRAL EN EL CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO.

Carlos Zuleta Ramos, Universidad de La Serena, Chile & Universidad de Murcia, España.

Los humedales costeros del centro norte de Chile son sistemas socioecológicos complejos y vulnerables, insertos en una matriz árida a lo largo del litoral. Estos varían en tamaño, conectividad y cercanía a los centros poblados que tienen distintos estados de desarrollo económico. Las actividades antrópicas en los humedales y sus alrededores ejercen múltiples presiones sobre estos sistemas, las que se agravan por presiones naturales, como la disminución de las precipitaciones y el aumento del nivel del mar. En este trabajo analizamos los valores de conservación y las acciones para su protección en el contexto del cambio climático. A pesar de su importancia ecológica, se encontró que la mayoría de los humedales costeros son vulnerables según los escenarios climáticos actuales y que están sometidos a grandes presiones o tienen fuertes impactos: 1) contaminación, 2) desarrollo inmobiliario, 3) conversión del suelo y 4) extracción de agua en sus afluentes. También contribuyen a este deterioro, el desconocimiento de la biodiversidad en niños y jóvenes, así como de los servicios ambientales que proporcionan los humedales al bienestar de las comunidades locales. Esto dificulta la protección y recuperación de estos ecosistemas, incluso donde el apoyo social e institucional es fuerte. Aumentar el número de humedales protegidos y la gestión sustentable del agua sigue siendo el desafío más importante en una zona de recurrentes sequías y creciente disminución de las precipitaciones.

5. PRODUCCIÓN DE ALFALFA CON AGUA RESIDUAL URBANA TRATADA CON UN HUMEDAL VERTICAL CONSTRUIDO

Jorge Olave^{1,2}, Matías Sánchez^{1,2}, Leonardo Vera³, Verónica Ortiz¹, Francisco Huechucoy¹

¹Universidad Arturo Prat

²Facultad de Recursos Naturales Renovables – Proyecto LabAncestral

³Universidad Católica del Maule

Se evaluaron dos tratamientos, uno regado con agua potable (Control) y el otro módulo regado con efluente del humedal vertical artificial (HVA) con tres repeticiones; cada módulo con una superficie de 0,5 m². En cada tratamiento se evaluaron dos ecotipos de alfalfa; un ecotipo local Alta Sierra y una variedad comercial Baldrich 350.

Se evaluó un ciclo de 89 días hasta un 25% de floración, desde noviembre 2022 a febrero 2023, incluyendo primavera y verano, en una casa sombra ubicada en el Campus Huayquique de la Universidad Arturo Prat, en la costa de la provincia de Iquique, región de Tarapacá. El resultado más relevante obtenido es la mayor producción de biomasa fresca y seca de las plantas de

alfalfa del ecotipo Alta Sierra y la variedad Baldrich 350 regados con el efluente de HVA, equivalente a 2,72 veces, derivado del mayor aporte de macro y micronutrientes. Esta mayor producción de biomasa está relacionada por un mayor índice de clorofila (unidades Spad), mayor superficie foliar que equivale a 2,65 veces más que las plantas del control. A su vez, se obtiene una mayor productividad del agua, equivalente a 2,72 veces expresado en kg de biomasa seca/m³ de agua, constituyéndose en un indicador comparativo con otras zonas productoras de este cultivo. También en el análisis de los resultados, la variedad Baldrich 350 presentó una mejor respuesta que el ecotipo Alta Sierra, probablemente asociado a que no existieron condiciones estresantes para el desarrollo del cultivo. La producción de alfalfa se ve favorecida con el uso de aguas residuales urbanas tratadas con un HVA, constituyéndose en una opción para la producción de esta leguminosa en zonas costeras del norte de Chile, donde actualmente se están descargando más de 5.000 L/s al mar a través de emisarios submarinos.

Agradecimientos a Proyecto “Treatment wetlands to mitigate the water scarcity emergency in Chile: nature-based solutions as innovation tool for wastewater treatment, reclamation, and reuse”. Concurso ANID Sequía.

16:00-16:30 Mesa redonda: Expositores y Participantes

Programa: miércoles 6 de noviembre 2024

Aula Magna

Sistemas de observación autónomos para el monitoreo oceánico.

Organizadora: Natalia Cisternas (UV); Proyecto ANILLO SEALS, Universidad de Valparaíso

El monitoreo oceanográfico es una herramienta clave para comprender procesos oceánicos como la circulación de corrientes, distribución de propiedades hidrográficas, biológicas, químicas y las interacciones entre sí. Sin embargo, la observación del océano se enfrenta a múltiples desafíos como el acceso a áreas remotas y hostiles debido a su profundidad, lejanía, condiciones ambientales extremas, sumado a la limitación en la obertura temporal y espacial en los sistemas de observación convencionales. Para superar estas limitaciones se ha impulsado el desarrollo de tecnologías innovadoras.

Este simposio tiene como objetivo explorar y destacar el rol fundamental que desempeñan las tecnologías autónomas en el avance de la investigación oceanográfica, presentando los desarrollos más recientes en esta área a nivel nacional y examinando cómo la recopilación de datos con estos sistemas ha mejorado nuestra comprensión de los procesos oceánicos que ocurren en zonas de difícil acceso. Además, se discutirán las futuras perspectivas y retos asociados a la integración de estas tecnologías en la investigación oceanográfica a nivel global.

PANELISTAS

- Úrsula Cifuentes, CIO
- Víctor Villagrán, CIO
- Marcela Rojas, ANILLO SEALS, UV
- Andrea Piñones, UACH

16:15-16:30

Mesa redonda: Expositores y Participantes



Programa: miércoles 6 de noviembre 2024

Oscar Hahn

Navegando hacia la equidad de género: propuestas para una ciencia inclusiva

Coordinadora: Paula Amador-Véliz

En las últimas décadas, la equidad de género ha surgido como un tema central en diversos campos del conocimiento, incluyendo las ciencias de la Tierra. Esta problemática ha experimentado un cambio gradual pero significativo hacia la inclusión y el reconocimiento del trabajo de las mujeres y personas de género diverso, demostrando que la ciencia no tiene género y que la diversidad enriquece y fortalece las investigaciones. Sin embargo, a pesar de los avances, los desafíos persisten, especialmente en lo que respecta a la igualdad de oportunidades, la representación en roles de liderazgo y la eliminación de sesgos de género. Frente a estas problemáticas y a raíz del interés que despertó la convocatoria del conversatorio "Compartiendo experiencias para disminuir la brecha de género en la Oceanografía Física, Meteorología y Clima (OMC)" realizado dentro del marco del 6° Congreso de Oceanografía Física, Meteorología y Clima del Pacífico Sur Oriental, nace la propuesta de este simposio, que busca facilitar un espacio para el diálogo, fomentar redes de apoyo e impulsar la creación de estrategias de acción que promuevan el desarrollo de espacios de conversación y permitan continuar avanzando hacia una ciencia más inclusiva y equitativa.

PANELISTAS

Este simposio se plantea como un espacio de conversatorio dinámico y enriquecedor, donde mujeres destacadas en el ámbito científico compartirán sus experiencias, desafíos y logros a lo largo de sus carreras. A través de un diálogo abierto, buscaremos no solo visibilizar sus trayectorias, sino también inspirar a futuras generaciones de científicas.

- Fabiola Ibáñez Carrillo (Socióloga experta en equidad de género, Universidad Arturo Prat)
- Susana Giglio (Oceanógrafa, SUBPESCA)
- Catalina Aguirre (Oceanógrafa, Universidad de Valparaíso)
- Académica en meteorología (por confirmar)

15:30-16:30

Mesa redonda: Expositores y Participantes



TALLER

Programa: miércoles 6 de noviembre 2024

CRP-43

Práctico de Python y CDO para series de tiempo y datos grillados: preprocesamiento, extracción y visualización de datos

Coordinador: Sebastián Villalón Figueroa; CR2, UCH y DGF

El taller tiene como objetivo facilitar y extender los conocimientos de Python en la lectura de datos grillados y series de tiempo para la generación de figuras científicas, cálculo de estadísticos, etc. Para ello se hará una breve introducción al uso de herramientas como CDO y ncview para el manejo de datos en formato netCDF y uso de librerías de Python tales como pandas, matplotlib, cartopy, numpy, etc. Para que los asistentes puedan aplicar los conocimientos adquiridos en las diversas áreas de trabajo y estudio.

14:30 – 16:30 Introducción/Desarrollo del Taller.
Sebastián Villalón Figueroa; (CR)2, UCH y DGF

SESIONES TEMÁTICAS MODALIDAD ORAL

Sesión: DOCA01 - Cambio Climático

Sesión: DOCA02 - Contaminación y química atmosférica

Sesión: DOCA03 - Desoxigenación e hipoxia

Sesión: DOCA04 - Estuarios y zonas costeras

Sesión: DOCA05 - Interacción Físico-Biológica

Sesión: DOCA06 - Interacción océano-atmósfera

Sesión: DOCA07 - Meteorología sinóptica y mesoescala

Sesión: DOCA08 - Oceanografía física regional

Sesión: DOCA09 - Oleaje y Tsunamis

Sesión: DOCA10 - Otros temas en Clima y Meteorología

Sesión: DOCA11 - Otros temas en Oceanografía física

Sesión: DOCA12 – Paleoclima

Sesión: DOCA13 - Variabilidad Climática

Sesión: DOCA01 - Cambio Climático

Perturbación de TSM para evento de río atmosférico del 23 de abril de 2023 usando modelo WRF

Vicente Cuevas Acuña, Universidad de Chile / Santiago / Chile

A partir de modelo WRF se realizaron 7 simulaciones para un caso de río atmosférico ocurrido a fines de abril de 2023 que afectó a la zona centro sur del país. En este trabajo se modificó la temperatura superficial del mar variando entre -4°C hasta $+4^{\circ}\text{C}$ para verificar los cambios de intensidad, precipitación y cambios en la isoterma 0°C para dicho evento.

Relación de la intensidad de la precipitación a escala intra-diaria con la temperatura y vapor de agua en Chile central

Francisca Mendoza Arcos y Roberto Rondanelli
Universidad de Chile / Santiago / Chile

Los eventos extremos de precipitación son de gran relevancia tanto en áreas científicas como sociales debido a su significativo impacto en la vida cotidiana. Estos eventos han mostrado cambios en intensidad, duración y frecuencia debido al aumento de gases de efecto invernadero derivados del desarrollo humano. En particular, se ha observado una intensificación de estos eventos y, a veces, una reducción en su duración. En este contexto, se proyecta que la intensidad de las precipitaciones aumentará en regiones con alta disponibilidad de vapor de agua, ya que el comportamiento de estos eventos se explica principalmente por mecanismos termodinámicos, que relacionan la temperatura ambiental con la presión parcial de saturación mediante la ecuación de Clausius-Clapeyron. Este estudio busca comprender la relación entre la intensidad de la precipitación, la disponibilidad de vapor de agua y la temperatura ambiental a escala intra-diaria en la zona centro-sur de Chile, con especial foco en la ocurrencia de eventos extremos dado que no hay muchos estudios a esta escala temporal. Para ello, se utilizarán datos de alta resolución provenientes de estaciones meteorológicas y del satélite TRMM. Se identificará el tipo de precipitación (convectiva o de larga escala) y el agua precipitable asociada a los eventos, que permite estimar cuánta precipitación potencialmente podría ocurrir bajo el supuesto que, a mayor cantidad de agua precipitable, mayor será el vapor de agua disponible en la atmósfera. Finalmente, se sabe de diversas fuentes que la precipitación es modulada por diversos factores de gran escala, siendo uno de estos los Ríos Atmosféricos; es por esto que se evaluará cómo las variables de viento y humedad influyen en el Transporte Integrado de Vapor y su relación con la precipitación máxima durante eventos de Ríos Atmosféricos.

Accelerating increases in heat waves durations under global warming

Cristian Martínez-Villalobos, Universidad Adolfo Ibáñez / Santiago / Chile

Danning Fu; Stanford University; USA

Paul Loikith; Portland State University; USA

J. David Neelin; University of California, Los Angeles; USA

In addition to increasing in frequency, heat waves are expected to last longer under global warming. The probability distributions of heat wave durations are affected by correlations of temperature from one day to the next, and so cannot be simply extrapolated from changes in the probabilities of daily temperature values. Using analysis informed by theory for autocorrelated fluctuations, here we show that changes in long-duration events increase nonlinearly with temperature. This produces an acceleration of the rate increase with warming — each subsequent increment of regional time-average warming T increases the characteristic duration scale of long heat waves more than the previous increment. The curve for this acceleration can be approximately collapsed onto a single dependence across regions by normalizing by local temperature variability. Projections of future change can thus be compared to observations of recent change over part of their range. We illustrate this acceleration in heat waves duration using observed and projected temperatures in Chile and South America. The near-future projected acceleration is supported by this comparison and consistent with theoretical expectations. Furthermore, the longest, most uncommon heat waves for a given region have the greatest increase in probability, yielding a compounding source of nonlinear impacts.

Sesión: DOCA02 - Contaminación y química atmosférica

Explicando las tendencias de ozono en Santiago: olas de calor, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y otros (1998-2022)

Nicolas Jorquera Navea, Universidad de Chile / Santiago / Chile

Laura Gallardo; Universidad de Chile / Santiago / Chile

El ozono (O₃) troposférico es un gas de efecto invernadero y un contaminante cerca de la superficie de la Tierra afectando la salud humana y de los ecosistemas. El O₃ se forma a través de la oxidación de compuestos orgánicos volátiles (COV) –de origen antrópico y biogénico–, monóxido de carbono (CO) y metano (CH₄) en presencia de óxidos de nitrógeno y radiación solar. La formación de ozono se ve favorecida por el aumento de la temperatura y, en general, se observa una relación positiva entre ellos, lo que se ha visto potenciado en el escenario de calentamiento y cambio climático actuales. La formación de ozono se ve también facilitada por condiciones meteorológicas asociadas a patrones de altas presiones y estancamiento del aire a nivel regional. A lo largo de las últimas décadas, múltiples medidas tecnológicas han cambiado los niveles tanto de óxidos de nitrógeno como de COV antrópicos y se ha visto una tendencia a mayores temperaturas y secamiento, con olas de calor más frecuentes. En este trabajo hemos cuantificado la tasa de cambio de ozono por temperatura encontrando una tasa que ha ido disminuyendo en el tiempo, probablemente asociado a un aumento de los óxidos de nitrógeno. Por otro lado, a través del uso de un modelo aditivo generalizado se han identificado las dependencias de ozono de variables como temperatura, humedad, intensidad y dirección del viento, así como de los principales precursores y comportamiento de los compuestos orgánicos volátiles, para las estaciones de monitoreo que se ubican en la cuenca de la ciudad de Santiago. En todas, el factor de mayor relevancia es la temperatura, seguido de NO_x. Sin embargo, hay diferencias entre las estaciones de la cuenca. Por otro lado, variables que indican la variabilidad natural (ENSO, MJO, etc.) son muy secundarias a las variables antrópicas.

Variabilidad de O3 y MP2,5 en Chile centro y sur: Un análisis comparativo de modelos CMIP6 para el período 2005-2014.

Sebastián Villalón Figueroa, Universidad de Chile / Santiago / Chile

Nicolas Huneus, Universidad de Chile / Santiago / Chile

Laura Gallardo, Universidad de Chile / Santiago / Chile

El escenario actual de cambio climático ha traído múltiples consecuencias para nuestro país tales como la megasequía que impacta a la zona central debido a la disminución de las precipitaciones (Garreaud, et al. 2019), episodios de temperaturas extremas en los valles centrales, etc. Lo cual se encuentra directamente ligado a las emisiones de gases de efecto invernadero, material particulado, entre otros, hacia la atmósfera. Bajo este contexto se está investigando cómo la composición atmosférica a lo largo del país puede verse afectada por el cambio climático. Para ello se están utilizando diversas simulaciones climáticas del CMIP6 y examinando su desempeño para reproducir las condiciones presentes de química atmosférica. Las diferencias que se identifiquen podrán contribuir a una mejor comprensión de las dificultades de los modelos actuales en simular los procesos que modulan la variabilidad de la calidad del aire. Esto a su vez puede ayudar a una mejor interpretación de las proyecciones futuras que existen de estos modelos. Con el fin de obtener un análisis cuantitativo del desempeño de estas simulaciones, se han calculado diversas métricas las cuales permitirán evaluar la capacidad de las simulaciones para reproducir la composición atmosférica actual. Los modelos CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6) son un conjunto de simulaciones climáticas que han sido desarrollados por distintas instituciones científicas de todo el mundo y que se utilizan para estudiar la evolución del clima y del cambio climático bajo diversos escenarios históricos y futuros.

Sesión: DOCA03 - Desoxigenación e hipoxia

Dissipation Rate of Turbulent Kinetic Energy Contributes to Positive fluxes of Dissolved oxygen in Fjords

Iván Pérez-Santos, Centro i-mar, Universidad de Los Lagos / PUERTO MONTT / Chile

P. Linford, Center for Oceanographic Research COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Chile.

Rozas Luis, Departamento de Ciencias de la Ingeniería, Universidad de Los Lagos, Chile.

Ross Lauren Department of Civil and Environmental Engineering, University of Maine, Orono, ME, USA)

Saldías Gonzalo Centro de Investigación Oceanográfica COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile.

Centro FONDAF de Investigación en Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL), Valdivia, Chile.

Fjord ecosystems are considered an aquatic critical zone; therefore, investigation is required to determine the natural and anthropogenic physical, biological, and chemical interrelated processes that affect ecosystem functioning. One recently discovered process affecting Patagonian fjords is the deoxygenation of deep water, which is mainly due to the advection of the poor oxygen water from the Equatorial region. Additionally, hypoxic conditions were reported, but in such areas as the Puyuhuapi Fjord, anoxia was never recorded owing to deep water ventilation. Therefore, the main goal of this work is to quantify the contribution of the dissipation rate of turbulent kinetic energy in aiding water ventilation due to the occurrence of positive dissolved oxygen fluxes in the northern Patagonian fjords. In the present study, a VMP250 RDL microprofiler was used to measure with a high vertical resolution (512 Hz) the dissipation rate of turbulent kinetic energy and the physical (temperature and conductivity) and oxygen characteristics of water at approximately 60 stations in the northern Patagonian fjords during seasonal campaigns in 2023. The results showed a range of dissipation between 10^{-9} and 10^{-4} W kg⁻¹ and values of diapycnal eddy diffusivity ranging from 10^{-5} to 10^{-2} m²s⁻¹. The highest values of both variables were recorded in the Chiloé Inner Sea, where previously intense mixing was reported due to barotropic tide energy. Regarding oxygen fluxes records, higher values were reported at the surface layer (10^{-5} and 10^{-3} μmolL⁻¹s⁻¹). Still, significant events were recorded at the subsurface and deep layers, as evidenced by one of the stations carried out in the Puyuhuapi Fjord where hypoxia and ventilation processes occurred. Intense turbulence contributes to positive oxygen fluxes at different layers outside the surface layer, where atmospheric-fjord interactions and primary production promote the interchange and increase of oxygen. Moreover, internal waves originating from the fjord's irregular topography

could contribute to subsurface and deep positive oxygen fluxes favoring deep-water ventilation. Still, more research is needed to investigate how this mechanism generates intense turbulence and positive oxygen fluxes at the sub-pycnocline fjords layer

Sesión: DOCA04 - Estuarios y zonas costeras

Abundancia y diversidad planctónica en un gradiente glaciar-marino oceánico en ecosistemas de fiordos de la Patagonia (49°S- 50°S)

Barbara Jacob, Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia / Coyhaique / Chile
Jorge Garcés, Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.

Paulo Moreno, Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia, Chile.

Marco Pinto, Centro de Estudios de Algas Nocivas (CREAN), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Puerto Montt, Chile.

Andrea Corredor, Centro FONDAP de Investigación en Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL), Instituto de Acuicultura y Ciencias Ambientales, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile.

Los fiordos son zonas de transición entre los ecosistemas terrestres y el océano abierto y se caracterizan por fuertes fluctuaciones estacionales de las condiciones atmosféricas y una alta heterogeneidad latitudinal, longitudinal y vertical de la temperatura, salinidad, oxígeno y materia orgánica. El impacto de las diferentes fuentes de aportes de agua dulce derivadas del deshielo, la precipitación y la escorrentía de cuencas hidrográficas, es particularmente relevante dado que estos gradientes pueden albergar “hotspots” de alta productividad, los cuales son a su vez, altamente sensibles al cambio climático. Se estudia el impacto de las diferentes fuentes de agua dulce provenientes de fiordos laterales y cuencas hidrográficas en las características oceanográficas fisicoquímicas y en la abundancia y diversidad de la comunidad planctónica a lo largo de un transecto que conecta el glaciar Pio XI y el océano abierto en la región de Magallanes (49°S- 50°S) durante la estación productiva. Se observó una alta heterogeneidad espacial en la abundancia y riqueza de especies de fitoplancton y zooplancton, a lo largo de este gradiente ambiental. Los resultados sugieren que los fiordos laterales que alimentan el transecto principal están caracterizados por dinámicas glaciares contrastantes: fiordos glaciar-marino versus fiordos glaciar-terrestre, lo cual determina diferencias en el enfriamiento, salinidad y penetración de luz PAR. Se observó una mayor abundancia y diversidad de la comunidad fitoplanctónica en la parte central del transecto, asociado a un incremento de la estabilidad de la columna de agua asociada a altas descargas de agua dulce derivadas de la escorrentía y de glaciares de terminación marina. El tipo de fuente de agua dulce y su efecto en la estabilidad de la columna de agua podría desempeñar un rol clave en el “timing” de la productividad durante la estación productiva en este complejo ecosistema de fiordos de la Patagonia.

Estudio numérico de la circulación oceánica costera en la Bahía de Coronel bajo un evento de río atmosférico representado por dos herramientas numéricas distintas: ERA5 y WRF

Daniel Brieva, Centro de Investigación Oceanográfica COPAS COASTAL, Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Gonzalo Saldías, Departamento de Física, Facultad de ciencias, Universidad del Bío-Bío, Concepción/Chile.

Natalia Carrera, Centro de Investigación Oceanográfica COPAS COASTAL, Universidad de Concepción.

Diego Narvárez, Centro de Investigación Oceanográfica COPAS COASTAL, Universidad de Concepción.

Odette Vergara, Centro de Investigación Oceanográfica COPAS COASTAL, Universidad de Concepción.

Maricarmen Guerra, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción; Chile.

La circulación de la bahía de Coronel estuvo bajo los efectos de un río atmosférico entre el 22 y 25 de junio del 2023, que se caracterizó por intensas precipitaciones y temperaturas cálidas. Las condiciones de este evento se utilizaron para representar con un modelo numérico las características físicas del océano costero en la bahía de Coronel, Chile. Las condiciones atmosféricas se representaron utilizando el producto ERA5, como primer caso de estudio. Como segundo caso de estudio se utilizaron los resultados de un modelo numérico (WRF) configurado para la misma región y periodo, pero con una mayor resolución espacial. En esta presentación se discute la circulación representada por ambos experimentos. Dentro de las características de la circulación que se comentan de forma general son, por ejemplo, la evolución de la pluma del río Biobío, transporte por el cañón submarino del Biobío, cambios en las propiedades de la masa de agua costera superficial, corrientes, etc. Se ve como el cambio en el producto del viento y la precipitación resultan en variaciones a pesar que ser un modelo WRF forzado con el mismo producto del primer experimento (ERA5).

A modeling study of the influence of an atmospheric river event on the circulation and hydrographic conditions in the Gulf of Arauco

Gonzalo Saldías, Universidad del Bio-Bio; Centro COPAS Coastal / Concepción / Chile

Daniel Brieva, Centro COPAS; Chile.

Diego Narváez, UdeC; Centro COPAS; Chile.

Maricarmen Guerra, UdeC; Centro COPAS; Chile.

Odette Vergara, Centro COPAS; Chile.

Natalia Carrera, Centro COPAS; Chile.

River outflows deliver freshwater and organic and inorganic constituents into shelf waters. Because of their low salinity (and density), river outflows create buoyant plumes that impact the circulation and stratification over the continental shelf. Typically, the spreading of river plumes is driven by buoyancy, Coriolis, and wind stress. Initially, a bulge of freshwater is generated next to the river mouth, where a large fraction of freshwater is accumulated. Part of this freshwater outflow spreads downstream as a coastal buoyancy-driven current attached to the coast. Several studies have inspected the interannual, seasonal, and synoptic patterns associated to river discharges off central-southern Chile. Nonetheless, synoptic events associated with extreme atmospheric and runoff conditions have not been studied in detail. A modeling study using atmospheric forcing conditions from ERA5 were used to analyze the circulation in the Gulf of Arauco before, during, and after the arrival of the atmospheric river event of late June 2023.

Experiments with and without the freshwater discharge of the Biobio River will be compared. Preliminary results show a great contrast in circulation and hydrographic conditions due to the large plume impacting the entire Gulf of Arauco. Additional experiments/results will be presented regarding the impact of extreme river discharges associated to the atmospheric river event and the evolution of the stratification and exchanges in the gulf.

Simulación hidrodinámica de la distribución de cobre en agua y sedimento en bahía quintero y litoral adyacente

Mario Cáceres Muñoz, Universidad de Valparaíso / Viña del Mar / Chile

Gillian Ord, Universidad de Valparaíso

Este estudio presenta una simulación hidrodinámica 3D de la circulación costera en la región de Valparaíso centrado en la Bahía de Quintero, la cual alberga un complejo industrial importante. La bahía tiene una historia de contaminación por metales pesados debido a una planta de fundición de cobre ubicado en su sector norte. El objetivo del estudio es determinar la distribución de cobre en la columna de agua y el sedimento dentro de la bahía y en áreas costeras adyacentes, considerando dos fuentes, una adentro y la otra afuera de la Zona de Protección Litoral (ZPL). La simulación es iniciada con los campos de salinidad y temperatura, incluyendo el intercambio de calor con la atmósfera. Con los flujos baroclínicos establecidos se alcanzó un campo de flujo idealizado, y se introdujeron las forzantes de marea y viento. La advección simulada de cobre fue predominante en la fase disuelta, mientras que el cobre en la fase adsorbida aportó más significativamente a la acumulación en los sedimentos. La simulación demuestra transporte de cobre hacia áreas costeras al norte de la bahía en concentraciones trazas, y se evidenciaron ocasiones en que se superaron los umbrales recomendados para la exposición crónica y aguda en puntos específicos dentro de la bahía. Asimismo, se identificó la acumulación de cobre en el sedimento en el lado sur de la boca, como resultado de la exposición al cobre junto con materia particulada suspendida devuelta hacia dentro de la bahía desde la fuente externa de la ZPL, siendo consistente con estudios previos de sedimentos en este punto.

Distribución de Nutrientes Inorgánicos en el Centro-Sur de Chile y su Relación con Parámetros Físicos y Clorofila-a

Emma Karin Cascales Hellman, Independiente / Concepción / Chile
Mario Cáceres; Universidad de Valparaíso; Chile

Se realizaron mediciones en 20 estaciones oceanográficas ubicadas a 5 millas de la costa de Chile centro-sur, entre las latitudes 36°S y 41,5°S, se llevaron a cabo mediciones mensuales de temperatura, salinidad y nutrientes desde marzo de 2018 hasta diciembre de 2019. Utilizando un perfilador vertical (CTD-OF) y recolectando muestras de agua a diferentes profundidades (0, 5, 10, 15, 20 y 30 m), se identificaron las distribuciones temporales y espaciales de los nutrientes inorgánicos disueltos, relacionándolos con parámetros físicos y niveles de clorofila-a. Los resultados revelaron un gradiente latitudinal en las concentraciones de nutrientes, mostrando una disminución de norte a sur entre las regiones de Biobío y Los Lagos. Asimismo, se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de nutrientes entre los años 2018 y 2019, atribuidas a la disminución de precipitaciones en 2019 debido al fenómeno climático del Indian Ocean Dipole. A nivel estacional, se observó una correlación entre las variaciones de nutrientes y el ciclo anual de salinidad y descargas de ríos costeros, especialmente notable en las regiones de la Araucanía y Los Ríos. Los incrementos de nutrientes coincidieron con los periodos de mayor descarga de ríos durante el invierno y con vientos favorables a la surgencia en primavera-verano. En la región de Los Lagos, durante los meses de otoño e invierno, prevalecieron condiciones de homogeneidad vertical de nutrientes, indicando una columna de agua mezclada o parcialmente mezclada. Se observaron correlaciones entre las distribuciones de nutrientes en primavera-verano con parámetros de estratificación (PEA, MBV y HF) en estaciones específicas como Puerto Saavedra, Niebla, Queule, Nehuentué y Mehuín. Además, la profundidad de la pycnoclina (PMBV) y la Clorofila Integrada (CHLI) se asociaron con los niveles de nutrientes en estaciones como Bahía Mansa, Cucao, Mar Brava y Estaquilla.

Sesión: DOCA05 - Interacción Físico-Biológica

Influencia de la descarga del Río Biobío sobre los estadios de vida temprano de anchoveta y sardina común en el Golfo de Arauco

Samuel Soto Mendoza

COPAS COASTAL UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN / CONCEPCIÓN / CHILE

Odette A. Vergara, Vincent Echevin, Leonardo Castro, Luis Cubillos, Marcus Sobarzo

El Golfo de Arauco (GA) es una zona clave para el desove y crianza de algunos de los principales recursos pelágicos del Sistema de Corrientes de Humboldt. La variabilidad hidrográfica en el GA es inducida por múltiples factores, destacando el aporte de agua dulce del río Biobío. La influencia de la descarga de agua dulce en la etapa inicial de los recursos pesqueros, ha sido poco estudiada en Chile. Para investigar cómo el río Biobío influye en las primeras etapas del transporte de anchoveta y sardina común en el GA, utilizamos una simulación biofísica interanual (2014-2018; 1.5 km) y datos biológicos/hidrográficas in situ (2007-2019). El modelo inició con la distribución de huevos de ambas especies durante septiembre y octubre.

Observamos que la variabilidad temporal del desove modula la supervivencia de huevos y larvas de ambas especies. La dirección del transporte de los estadios tempranos, fue principalmente de sur a norte. Las mayores abundancias de huevos y larvas de ambas especies, tanto en los datos in situ como modelados, se localizaron al frente y sur de la desembocadura del río Biobío, asociadas a alta estratificación. El área de influencia de la pluma del río Biobío presentó un buen ajuste lineal con la descarga promedio mensual y la abundancia de huevos/larvas de ambas especies, en los datos in situ y modelados. Entre 2007 y 2019, la abundancia de huevos de anchoveta exhibió una correlación significativa con el área de influencia de la pluma del río hasta un área umbral óptima (200 a 400 km²); sobre ese valor, la abundancia disminuyó. En conclusión, la abundancia de los estadios tempranos de anchoveta y sardina común en el GA es modulada por el área de influencia de la pluma del río Biobío que, a su vez, está gobernada por la descarga del río.

Abundance and diversity of diatoms and dinoflagellates in an embayment off Central Chile (30°S): evidence of an optimal environmental window driven by low and high frequency winds

Orlando Astudillo

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) / Coquimbo / Chile

Barbara Jacob, Boris Dewitte

The relationship between phytoplankton abundances and wind forcing in upwelling systems involves a number of processes that make the relationship nonlinear in nature. In particular, although upwelling-favorable winds tend to provide nutrients for phytoplankton growth, they can also induce export of both biomass and nutrients to the open ocean through Ekman and eddy-induced transport, or dilution of populations through vertical mixing, which negatively impacts increase in biomass. These processes are essentially nonlinear and can interact antagonistically or synergistically on the overall coastal accumulation of biomass. Consequently, producers and consumers tend to decline above a certain wind threshold despite input of nutrient-enriched water. We have observed this phenomenon in an embayment off Central Chile (30°S), where almost 10 years (2000-2009) of microphytoplankton data were analyzed together with environmental variables and wind phenology. Our findings showed that abundance, species diversity and evenness of diatoms and dinoflagellates all increased post- 2005 when the mean of the alongshore surface wind stress reached a maximum threshold value of 0.026 N m^{-2} , observed at the decadal temporal variability scale. The increased abundances of diatoms and dinoflagellates post-2005 was associated with the changing phase of the Pacific Decadal Oscillation (PDO) from positive (warm) to negative (cold) phases, which was also associated with a decrease in the intraseasonal wind activity. Both abundance and diversity of the microphytoplankton community peaked during the post-2005 period whereas higher abundances and frequency of harmful algal blooms (e.g. *Pseudo-nitzschia australis*) were observed prior to 2005. We suggest that the low-frequency (decadal) variations of mean wind stress during a transition phase of the PDO combined with the reduction in intra-seasonal (periods shorter than 2 months) wind variability after 2005 provided an "optimal environmental window" for the ecosystem

Sesión: DOCA06 - Interacción océano-atmósfera

Inundación por marejadas: avances en mapeo de amenazas para el nuevo marco normativo en Chile.

María Paz Escalona Jiménez

Servicio Meteorológico de la Armada / Valparaíso / Chile

Desde 2015, el oleaje extremo en Chile se ha intensificado provocando graves daños sociales y económicos. Los eventos de marejadas constituyen una nueva amenaza de origen natural que generan impactos significativos en la infraestructura portuaria, actividad marítima y actividades turísticas. Estas, son definidas por el Servicio Meteorológico de la Armada (SERVIMET), como marejadas anormales, que por sus características que difieren de valores promedio o habituales (altura, dirección, período), pueden potencialmente ingresar a las bahías y puertos, generando severos daños a la infraestructura costera y poner en peligro la vida humana. De acuerdo con la nueva legislación que Establece el Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SINAPRED), se designa al SERVIMET, como organismo técnico encargado de la elaboración de mapas de amenazas meteorológicas marítimas, en este caso de marejadas anormales. Esto último ha requerido el desarrollo de un marco conceptual y metodológico que permita para los próximos 5 años, el desarrollo de cartas de inundación por marejadas para la costa chilena. En esta contribución, se presenta el estado de avance de esta propuesta, para áreas piloto de las regiones de Valparaíso y Biobío, la cual requerirá de la mayor colaboración inter- institucional para vincular tanto la mejor evidencia científica disponible, como sus aplicaciones en los territorios costeros afectados. Este trabajo será fundamental para orientar la planificación territorial y la implementación de medidas de gestión o mitigación, que permitan reducir efectivamente el riesgo de desastre y construir territorios costeros más resilientes y sostenibles. Palabras clave: marejadas, amenaza natural, riesgos costeros, manejo costero.

Key words: coastal storm, natural hazard, coastal risks, coastal management.

Interacción fiordo-atmósfera del oxígeno durante el paso de ríos atmosféricos en el fiordo Puyuhuapi

Lenna Oriana Ortiz Castillo

Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP) / Coyhaique / Chile

La concentración del oxígeno disuelto (OD) en la capa superficial de los ecosistemas estuarinos, está mayormente regulado, por la estratificación de la columna de agua, la solubilidad de los gases y los procesos biológicos. En los fiordos de la Patagonia, los procesos atmosféricos de escala sinóptica tienen un papel importante en la dinámica del ecosistema marino. Los ríos atmosféricos (RAs) son procesos sinópticos que se caracterizan por ser largos (>2000 km) y angostos (longitud/área > 2) corredores de intenso transporte de vapor de agua que llegan a regiones subtropicales y australes como la Patagonia, donde es poco conocido su impacto. En este estudio, se analiza el efecto de los RAs en la variabilidad del oxígeno superficial. Se analizaron las variables oceanográficas y atmosféricas de una boya oceanográfica/meteorológica localizada en el canal Puyuhuapi (44°33.3'S ; 72°43.6'W; Proyecto COPAS SUR-AUSTRAL) para el periodo entre mayo 2014 y junio 2016. La serie temporal del caudal del río Cisnes se extrajo de la plataforma CHONOS. Se usó el transporte de vapor integrado (IVT) para la identificación de los RAs entre 42°S y 45.5°S, que permitió identificar un total de 19 eventos en primavera-verano y 18 eventos en otoño-invierno. Se calcularon valores típicos de cada variable antes, durante y posterior al paso de un RA. Se cuantificó el flujo total superficial de oxígeno utilizando una parametrización que consideró los flujos difusivos, además de la contribución por burbujas grandes y pequeñas como una función del viento. Previo al paso de un RA, existen variaciones estacionales bien marcadas. En verano, la pycnoclina es más pronunciada y somera, mientras que en invierno se profundiza y se debilita debido al efecto del viento. Durante un RA, el aumento del viento mezcla la columna de agua y la precipitación introduce agua dulce y nutrientes, favoreciendo la producción in-situ de oxígeno, lo que ocurre entre 1 y 6 días después del evento, posteriormente, el sistema retorna a su estado inicial. El estudio reveló que el fiordo Puyuhuapi es una fuente neta de oxígeno hacia la atmósfera. El estrés del viento explicó la mayor variabilidad estacional y sinóptica, especialmente en primavera-verano (>85%). La componente difusiva del flujo de oxígeno fue predominante, con una menor contribución de las burbujas. La interacción de los RAs reduce los flujos de oxígeno hacia la atmósfera por 1-3 días, siendo más prolongada en otoño-invierno. Este análisis proporciona una mejor comprensión del impacto de los RAs en el oxígeno superficial de ecosistemas estuarinos sensibles al cambio climático.

Análisis de eventos intensos de surgencia costera en Chile centro-sur mediante el acoplamiento de modelos numéricos CROCO-WRF

Sergio Bahamóndez

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

El océano frente a Chile continental forma parte de los sistemas de surgencia de borde oriental. En Chile centro-sur se exhibe una estacionalidad marcada en el transporte de Ekman siendo máximo en primavera y verano. A partir del esfuerzo del viento, es posible identificar eventos intensos de surgencia, durante los cuales las interacciones océano-atmósfera se intensifican, modificando vientos, corrientes, y la temperatura superficial. Estudios previos indican que el acoplamiento océano-atmósfera afecta la estructura de su capa límite superficial y las propiedades físicas de los flujos entre el océano y la atmósfera. En este trabajo se presenta un sistema de simulación numérica para la costa de Chile centro-sur mediante el acoplamiento del modelo hidrodinámico Coastal and Regional Ocean Community (CROCO) y el modelo atmosférico Weather Research and Forecasting (WRF). El sistema de modelación considera un acoplamiento bidireccional entre los modelos y se desarrolla a través del intercambio de información mediante el software acoplador Ocean Atmosphere sea ice soil (OASIS-MCT3). Los resultados son contrastados con observaciones instrumentales meteorológicas y oceanográficas realizadas por la Plataforma de Observación del Sistema Acoplado Océano Atmósfera (POSAR) del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). Se observa que las simulaciones con acoplamiento bidireccional presentan a modo general mejor desempeño al representar la variabilidad temporal de las observaciones in-situ en contraste con los modelos sin retroalimentación. Durante los eventos extremos de surgencia costera se aprecia que aumentan dichas mejoras para los modelos acoplados. Por consiguiente, se recomienda el uso del acoplamiento entre los modelos WRF y CROCO para la simulación de eventos de surgencia intensa.

Balance de sal en la capa de mezcla de la zona costera patagónica chilena: Variabilidad estacional e interanual

Natalia Cisternas

Centro de Investigación y Gestión de Recursos Naturales (CIGREN), Universidad de Valparaíso

La Patagonia chilena, situada entre los 41°S y 56°S, alberga uno de los ecosistemas estuarinos más vastos y productivos del planeta. En esta región, las aguas oceánicas se mezclan con diversas fuentes de agua dulce, creando un entorno estuarino complejo y dinámico.

Comprender los factores que influyen en las fluctuaciones de la salinidad es esencial para dilucidar la complejidad de este ecosistema. Este estudio tuvo como objetivo evaluar los forzantes locales y remotos que modulan la variabilidad de las condiciones hidrográficas en la capa de mezcla de la zona costera frente a la Patagonia. Para ello se realizó un balance de sal utilizando datos de reanálisis del modelo GLORYS, validados con observaciones in situ del programa Argo, mediciones de CTD y botellas oceanográficas obtenidas por los Cruceros CIMAR y de IFOP, y variables atmosféricas del modelo ERA5. Para analizar la dinámica de los componentes del balance de sal se usaron diagramas de Hovmöller y se evaluaron tres sitios clave de la zona de estudio. Los resultados revelan diferencias significativas en la variabilidad estacional e interanual de la capa de mezcla. Los hallazgos indican que los términos advectivos, especialmente la componente zonal de la advección, desempeñan un papel crucial en la modulación de la salinidad. La variabilidad temporal a escala estacional muestra un ciclo anual claramente definido en los sectores situados al norte del dominio de estudio; no obstante, este patrón no se evidencia hacia el sur. A escala interanual, se observan fluctuaciones significativas en periodos de 3 a 5 años, asociadas a eventos locales que generan condiciones anómalas de salinidad, sin una relación directa con los principales modos climáticos. Este balance es clave para comprender las interacciones entre los factores físicos y biológicos que definen estos ecosistemas, y para preservar su riqueza y biodiversidad. Financiamiento: Proyecto ANID/ANILLO/ATE220033

Análisis del decaimiento del viento y dinámica de Ekman, frente a Punta Lengua de Vaca, con observaciones CFOSAT y CEAZAMET

Alexandra Fuenzalida-Artigas

Departamento de Geofísica, Universidad de Chile / Santiago / Chile

La circulación atmosférica a lo largo de una gran parte de la costa oeste de Sudamérica está controlada por el Anticiclón Subtropical del Pacífico Sudeste que favorece la surgencia costera y, por ende, el enfriamiento de la superficie oceánica por la dinámica de Ekman. Entre 26°S y 36°S, existen máximos de vientos asociados al Low Level Jet (LLJ) y también máximos locales cerca de la costa (Coastal Low Level Jet, CLLJ), coincidentes con bahías noroeste como Punta Lengua de Vaca. La alta variabilidad tiempo-espacio de estos jets reflejan las complejas interacciones océano-atmósfera, pero la escasez de mediciones in-situ dificulta analizar correctamente la circulación atmosférica y su acción sobre los parámetros de viento y oleaje. El objetivo de este trabajo es estudiar el decaimiento del viento al aproximarse a las costas de la Región de Coquimbo y su influencia en la dinámica de Ekman, mediante observaciones del satélite CFOSAT y de la estación CEAZAMET. Los resultados exhaustivos de las series temporales del viento en la región revelan la influencia significativa del jet en el océano y la atmósfera, con decaimientos que superan los 5,5 m/s. Además, se observa su incidencia en la dinámica de Ekman, tanto AM como PM, pues su índice de decaimiento positivo presenta una ocurrencia superior al 60% entre 2020–2022. Se destaca que CFOSAT permite una caracterización más precisa de esta interacción costera y comprender el comportamiento del viento a lo largo de trayectorias que atraviesan la costa y su decaimiento desde ~100km de la misma. Se subraya la importancia de la variabilidad diurna en la contribución de la surgencia y sus efectos en las bahías de la Región de Coquimbo. Así, CFOSAT es una herramienta útil para disponer datos y estudiar la interacción océano- atmósfera y aportar en reportes de cierres de puerto.

Variabilidad estacional e interanual del balance de calor en la capa superior del océano frente a Chile

David Carrasco Flores

Instituto Milenio de Oceanografía / Concepción / Chile

Oscar Pizarro; Departamento de Geofísica Universidad de Concepción; Instituto Milenio de Oceanografía; Chile.

La capa superior de la columna de agua es la región donde la atmósfera y el océano intercambian energía. Una parte importante de este intercambio energético se manifiesta en forma de flujos de calor, que generalmente calientan la capa superior del océano, proporcionándole una temperatura relativamente alta en comparación con las capas inferiores. El calor transferido desde la atmósfera hacia la capa superior del océano interactúa con mecanismos oceánicos, como la advección de calor generada por las corrientes horizontales, la surgencia de aguas subsuperficiales hacia capas superiores y el hundimiento de aguas superficiales hacia zonas más profundas del océano. Todos los procesos que influyen en la variabilidad de la temperatura del océano pueden analizarse mediante un balance de calor en la capa superior. El objetivo principal de este estudio es analizar los mecanismos que dominan la variabilidad de la temperatura en diferentes escalas. Utilizando los datos del reanálisis oceánico GLORYS12 y el atmosférico ERA5, calculamos el balance de calor para la capa superior de la columna de agua durante 1993-2021, encontrando que este se cierra adecuadamente ($r > 0.8$ entre ambos lados de la ecuación) sin considerar el término de mezcla turbulenta. Obtuvimos que, en promedio y en la variabilidad estacional, los flujos de calor aire-mar son la principal fuente de calor y dominan en esta escala, mientras que la surgencia y la advección son los procesos que enfrían la capa superior. Por otro lado, la variabilidad interanual del balance de calor está dominada por el término de advección de calor, seguido por el entrainment y luego los flujos de calor aire-mar. Finalmente, encontramos que, en general, las tendencias de los términos del balance de calor se contrarrestan entre sí, lo que significa que no encontramos señales de un calentamiento o enfriamiento durante el periodo de estudio.

Sea Surface Temperature Forecasting: A Novel Approach Combining Deep Learning and Transformers in Central Chile.

David Bustos Usta 1,2*, Diego A. Narvaez 2,3

1. Programa de Posgrado en Oceanografía, Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile

2. Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

3. Centro de Investigación Oceanográfica COPAS Coastal, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

Sea surface temperature (SST) prediction is crucial for various domains, including marine ecology, fisheries management, and climate change studies. Whilst current real-time SST forecasts primarily rely on numerical models based on physical assumptions under specific boundary conditions, these models usually perform better at large scales. We propose an innovative methodology to address their limitations in smaller and more complex regions.

Our approach integrates different Deep Learning architectures (e.g. ConvLSTM, U-Net, TCN, IRSTN, and 3DCNN-LSTM) with state-of-the-art Transformer models (Chronos and Lag-Llama) to forecast SST in Central Chile. This region is characterized by complex coastal dynamics, including upwelling systems, making it an ideal test bed for our methodology. The Deep Learning models demonstrated promising results for synoptic predictions with a 7-day forecast horizon. Root Mean Square Error (RMSE) values ranged from 0.1°C to 0.7°C, contingent upon the input variables (SST, wind, shortwave radiation, and air temperature), spatial resolution, and specific area analyzed. Notably, errors were more pronounced in nearshore regions and towards the end of the forecast period.

We further evaluated the Transformer-based models at eleven prominent upwelling regions along the Chilean coast, including Coquimbo, Valparaíso, Mejillones, Mela, Concepción, Coliumo, Chome, Arauco, Llico, Piures, and Yani. These models achieved impressive results without complex training procedures, yielding RMSE values between 0.2°C and 1.2°C. Remarkably, they extended the forecast horizon to approximately 30 days. Our hybrid approach offers several advantages as a data-driven tool, including reduced computational costs, enhanced performance, and lower latency compared to conventional numerical models. This methodology has the potential to revolutionize SST forecasting and enhance monitoring of processes like upwelling, marine heatwaves and hypoxic events, particularly in regions with complex coastal dynamics, and can be operationalized for various applications in oceanography and related fields.

Caracterización sinóptica de eventos extremos de marejadas en Chile.

Magdalena Vásquez

Universidad de Chile / Santiago / Chile

René Garreaud; Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile; Santiago, Chile; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), Universidad de Chile; Santiago, Chile.

Catalina Aguirre; Escuela de Ingeniería Civil Oceánica, Universidad de Valparaíso; Valparaíso, Chile; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), Universidad de Chile; Santiago, Chile.

La interacción océano – atmósfera es importante en el desarrollo de marejadas, ya que el viento es el principal factor que aumenta las alturas de las olas, haciendo que la potencia también aumente. Es por esto, que el estudio se enfoca en caracterizar las condiciones meteorológicas que desencadenaron marejadas extremas según la Escala de Impactos de Marejadas desarrollada por el Sistema de Alerta de Marejadas de la Universidad de Valparaíso. Se seleccionaron tres puntos representativos en Chile: punto norte ($-23^{\circ}\text{S}, 72^{\circ}\text{W}$), punto centro ($-32^{\circ}\text{S}, 75^{\circ}\text{W}$) y punto sur ($-44^{\circ}\text{S}, 78^{\circ}\text{S}$). Donde se extrajeron datos cada 3 [hrs] de altura significativa, periodo medio, dirección media y espectros de la energía del oleaje modelados con WaveWatch III forzado con viento superficial y fracción de área de hielo marino del reanálisis ERA5. Con estos datos se obtuvieron los umbrales para categorizar los eventos en M3, M4 y M5 que sucedieron entre mayo y octubre desde 1979 al 2022, obteniendo 28 casos en el norte, 28 en el centro y 21 en el sur. El norte se caracterizó por presentar más eventos de marejadas remotos que locales. Estos últimos poseen una configuración similar donde el viento sur (Surazo) desarrolló marejadas de las tres categorías. Los eventos remotos fueron generados por bajas presiones (BP) formadas en distintos puntos del área de estudio. En el centro resultó un número mayor de eventos locales, que además de ser formados por viento sur también se formaron por BP desarrolladas cercanas al punto de estudio, siendo esta configuración similar para los eventos remotos. En el sur, se concentraron más eventos locales que remotos, formados principalmente por una BP. En conclusión, la categorización de estos eventos depende del clima del oleaje. La mayor parte de los eventos locales en el norte y centro se formaron con vientos provenientes desde el sur.

Patrones de Vientos Dominantes bajo la Influencia de Ríos Atmosféricos: Implicaciones para la Surgencia Costera en el Centro-Sur de Chile

Yosvany Garcia Santos

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Diego A. Narváez;

Martin Jacques-Coper;

Gonzalo S. Saldías;

Deniz Bozcurt;

Los ríos atmosféricos (RAs) son responsables de desencadenar eventos de precipitación intensa y vientos fuertes a lo largo de las costas occidentales de los continentes. Mientras que los impactos terrestres de los RAs han sido extensamente estudiados, su influencia en el entorno oceánico sigue siendo poco comprendida. En el centro y sur de Chile, los RAs contribuyen entre el 45% y el 60% de la lluvia anual total y provocan cambios en los patrones de viento, lo cual proporciona agua dulce y afecta la circulación y la hidrografía del océano costero. Aquí investigamos varios eventos de RA que afectan la dinámica de Ekman a lo largo del océano costero del centro-sur de Chile desde 1979 hasta 2018. Se utilizaron observaciones de mareógrafos del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), en conjunto con datos de temperatura superficial del mar (SST) del producto satelital OSTIA. Además, se obtuvieron datos de viento, presión atmosférica a nivel del mar y transporte integrado de vapor de agua del producto de reanálisis ERA5, mientras que los datos de nivel del mar y corrientes superficiales se obtuvieron del reanálisis GLORYS12V1. En la región se describen dos patrones principales de RAs: zonal (ZAR, por sus siglas en inglés) con una orientación predominante oeste-este e inclinado (TAR) con una orientación predominante noroeste-sureste. Se cuantificaron un total de 2500 eventos, de los cuales 816 fueron ZARs y 1234 fueron TARs, excluyendo los eventos restantes en este estudio. El patrón de viento asociado con los TARs induce condiciones de hundimiento más fuertes a lo largo del océano costero en las áreas de impacto, lo que lleva a un aumento subsiguiente de la SST, corrientes superficiales hacia el sureste y un aumento del nivel del mar. Por el contrario, los efectos de los ZARs están asociados con la intensificación de anticiclones atmosféricos al norte del eje del ZAR, lo que desencadena un transporte de Ekman hacia el oeste y un bombeo de Ekman negativo (es decir, surgencia) a lo largo de la costa. Como resultado, hay una disminución en la SST y el nivel del mar, acompañada de corrientes superficiales hacia el noroeste. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar la influencia de los RAs en la dinámica oceánica costera, especialmente en la planificación y gestión de los recursos marinos en regiones vulnerables como el centro-sur de Chile.

StraToFog field experiment: observational study of the marine stratocumulus to land fog transition in the coastal Atacama

Felipe Lobos Roco

Pontificia Universidad Católica de Chile / Santiago / Chile

Vicente Espinoza; Centro UC Desierto de Atacama; Chile.

Klaus Keim; Centro UC Desierto de Atacama; Chile.

Francisca Muñoz; Facultad de Agronomía y Sistemas Naturales UC; Chile.

Oscar Hartogensis; Wageningen University and Research, The Netherlands

Advection of stratocumulus clouds (SCu) from the Southeast Pacific into the Atacama Desert forms large and semi-permanent fog banks at the top of the coastal mountain range. These fog banks are the sole water input for xeric ecosystems and represent a freshwater resource to be harvested by local communities in the driest place on Earth. The fog maintenance depends on the equilibrium between the marine boundary layer (MBL), subsidence and thermal inversion. To study these interactions, we performed a field experiment in July 2024 in North West Chile called StraToFog, to measure surface and boundary layer state during the SCu-fog transition.

Surface measurements of energy balance and airborne observations were performed over a transect following the SCu-fog transition: at the ocean, the top of the mountain range, and inland. To complement these measurements, a high-precision lysimeter and a standard fog collector transect were installed to measure fog and dew collection. Overall, our experiment reveals that during daytime, the extent and thickness of fog depend on the interplay between MBL growth, the strength of subsidence and the development of a sea breeze that pushes the MBL with clouds onto the coastal mountain range. Our results show a SCu top uplift of ~100 m from ocean to inland. This uplift is explained by the abrupt topography (800m height; 5km long) and by the sensible heat flux increase from 32 W m⁻² over the ocean to 250 W m⁻² over land. Airborne measurements show a diurnal cycle of fog cloud formation, which show a thickness of 20 m in the morning, grow to 200 m at noon, dissipate in the afternoon, and form again up to a thickness of 100 m during the evening. In addition, a very strong inversion layer (~18 K) was observed at the top of the cloud layer at 08:00 LT. The lysimeter shows a weight increase at night (00:00-06:00 LT) under clear sky conditions, associated with dew deposition. In contrast, during foggy days, weight increases occurs in the morning (06:00-12:00 LT) under windless (<1 m s⁻¹) conditions, followed by a decrease in the afternoon under windy conditions (>4 m s⁻¹), associated with fog deposition/evaporation. Further analysis of this data, accompanied by high resolution numerical simulations, will allow us to better understand fog dynamics in drylands and its potential prediction.

Sesión: DOCA07 - Meteorología sinóptica y mesoescala

Variabilidad del gradiente de precipitación orográfica en la región subtropical de Chile central

Cristian Muñoz

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) / La Serena / Chile

Lucía Scaff, Departamento de Geofísica Universidad de Concepción, Chile.

José Rutllant, Departamento de Geofísica Universidad de Chile y Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), Chile.

El Valle del Elqui (30°S) se encuentra en una zona de transición entre el clima árido del norte de Chile y el clima mediterráneo del sur. Como tal, los episodios de precipitación en este sector son escasos durante el año, y no siempre siguen el patrón de aumento con la topografía. En particular, hay tormentas cuyo gradiente orográfico de precipitación es negativo, en asociación al bloqueo ejercido por la cordillera andina y la consiguiente formación de un jet de barrera. Sin embargo, la dinámica detrás de tal distribución de la precipitación sigue siendo desconocida.

En este trabajo se analiza el rol del jet de barrera en la distribución de la precipitación estudiando dos casos (14-15 octubre 2015 y 17 junio 2019) vinculados al paso de una vaguada en altura con eventual segregación según evidencian los reanálisis ERA5, y cuya precipitación acumulada en el Valle del Elqui tuvo un gradiente orográfico negativo. El primer caso contó con una campaña de medición con radiosondas desde Vicuña, en el que pudo identificarse un jet de barrera como viento norte mayor a 20 m/s en torno a 3000 m. Simulaciones con el modelo WRF para un dominio que abarca Chile subtropical (29 – 33°S) a 4.2 km de separación horizontal entre puntos de grilla muestran, en ambos casos, un jet de barrera generando una circulación secundaria en torno a él y cuya rama ascendente se ubica corriente arriba de la cordillera de Los Andes, la que en presencia de un importante flujo de humedad a lo largo de la costa refuerza el ascenso dinámico, generándose así mayor precipitación allí. Dado el alcance de estos resultados, se subraya la necesidad de considerar la distribución espacial y temporal del jet de barrera, así como las características del flujo de humedad, para estimar adecuadamente la distribución de precipitación.

Simulación y análisis de vientos costeros durante el río atmosférico zonal de junio 2023 en Chile centro-sur

Natalia Carrera Ávila

Universidad de Concepción, Concepción / Concepción / Chile

Martin Jacques Coper

Diego Narváez Rodríguez

Daniel Brieva Álvarez

Maricarmen Guerra Paris

Gonzalo Saldías Yau

Los ríos atmosféricos corresponden a largos y estrechos filamentos de alto transporte de vapor de agua, típicamente ubicados delante de frentes fríos sobre océanos. Estos son de suma importancia en Chile, ya que proporcionan aproximadamente hasta el 50% de la precipitación anual. Simular estos eventos para su estudio no es una tarea trivial. Este trabajo se propone encontrar una configuración que simule adecuadamente el evento de río atmosférico del 21 de junio del 2023 en Chile centro-sur. En particular, se busca analizar el patrón de vientos superficiales costeros en el Golfo de Arauco durante el evento. Especialmente, se estudia el impacto que un aumento en la resolución de la simulación tiene sobre el campo de vientos. Se utiliza el modelo atmosférico WRF, empleando cuatro dominios anidados de 9, 3, 1 y 1/3 de kilómetro de resolución horizontal. El dominio de mayor resolución se centra en el golfo de Arauco. Se realizan experimentos que emplean diferentes parametrizaciones de microfísica, cúmulos y capa límite. Respecto a los campos de vientos, se evalúa su evolución temporal y se comparan resultados entre los dos dominios de mayor resolución. Así, se determinan las configuraciones que mejor recrean el evento considerando IVT. La parametrización de cúmulos genera la mayor diferencia, tanto en intensidad como distribución de la precipitación. Los campos de vientos mostraron una fuerte componente meridional al inicio del evento, para luego cobrar mayor importancia la componente zonal. Al comparar altas resoluciones, se observó que el dominio de mayor resolución posee mayor variabilidad en la distribución espacial de vientos, así como mayores magnitudes. Los efectos topográficos de la isla Santa María y la punta del golfo cobran protagonismo, generando tanto sombra como zonas de convergencia. Finalmente se cuantifica el desempeño de cada simulación respecto a las observaciones, generando recomendaciones respecto al tratamiento de parametrizaciones.

Programa de siembra de nubes en el Valle del Elqui: una oportunidad para generar datos meteorológicos desde la Región de Coquimbo.

Cristian Muñoz

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) / La Serena / Chile

Katerina Goubanova, CEAZA, Chile

Claudio Vasquez, CEAZA, Chile

José Rutllant, DGF y CEAZA, Chile

Pamela Maldonado, CEAZA, Chile

Tomas Caballero, CEAZA, Chile

La Región de Coquimbo, ubicada en la zona de transición entre el clima desértico del norte de Chile y el clima mediterráneo del sur, es una de las más afectadas por la actual Megasequía. En ese contexto, diversos actores han propuesto mecanismos para aumentar la disponibilidad de agua en la región: desde la instalación de plantas desalinizadoras hasta la implementación de un programa de siembra de nubes. Recientemente, una experiencia piloto de siembra de nubes comenzó en el Valle del Elqui. Las condiciones meteorológicas concurrentes están siendo monitoreadas por el CEAZA a través de sus estaciones meteorológicas en superficie y radiosondeos en la ciudad de Vicuña. En este trabajo se muestran los primeros resultados de este monitoreo, destacándose la importancia de contar con datos en superficie de alta resolución temporal y espacial, así como la importancia de documentar climatológicamente las características de nubes y eventos precipitables en la zona objetivo. Además, se muestra que ambientes bajo inestabilidad atmosférica no necesariamente son aptos para ser sembrados, por lo que factores y mecanismos adicionales deben considerarse antes de decidir una siembra. Por consiguiente, dada su incertidumbre, el pronóstico cuantitativo no basta para evaluar el rendimiento de la siembra. Dada la poca duración de la experiencia piloto, los primeros resultados de monitoreo no permiten concluir que la siembra de nubes sea una medida adecuada para aumentar de manera significativa la disponibilidad de agua. Además, se necesita una evaluación de la siembra de nubes considerando aspectos económicos (costo-riesgo-beneficio) y comparar esta medida con otras soluciones posibles en la región. Bajo el contexto de desertificación que está experimentando la Región de Coquimbo, un manejo adecuado, sustentable, y eficiente de los recursos hídricos existentes aparece como aspecto clave, pues la demanda hídrica cambia junto con el uso de suelo, forzando a los sectores productivos a adaptarse.

Sistema de pronóstico de parámetros convectivos para Chile

Cristina Verdugo

Universidad de Valparaíso / Viña del Mar / Chile

Felipe Gutiérrez, Universidad de Valparaíso, Chile

Julio C. Marín, Universidad de Valparaíso, Chile

Las tormentas severas y tornados son fenómenos que han sido más recurrentes desde la última década, probablemente debido al aumento de la población y un mayor acceso a las redes sociales y medios digitales para su registro. En este trabajo se presenta una página web que contiene un sistema de pronóstico de parámetros convectivos enfocado en la región centro-sur de Chile basado en las salidas globales del modelo GFS a 0.25° de resolución espacial. La página ofrece imágenes estáticas o animaciones de varios parámetros convectivos, entre los cuáles se encuentran algunos que han mostrado una buena señal identificando ambientes tornádicos en el centro-sur de Chile. La página también ofrece diagramas skew-T y series temporales de algunos parámetros convectivos para un grupo de ciudades del centro-sur de Chile. Los productos se actualizan diariamente y están disponibles en español e inglés, ampliando el alcance de la información a usuarios de otros países. Esta plataforma se presenta como una herramienta valiosa para el seguimiento de condiciones favorables para la ocurrencia de ambientes tornádicos en Chile.

Aspectos climáticos asociados a eventos de tornados en Chile

Julio C. Marín

Universidad de Valparaíso / Valparaíso / Chile

Felipe Gutiérrez, Universidad de Valparaíso, Chile

Martin Jacques-Coper, Universidad de Concepción, Chile

Vittorio Gensini, Northern Illinois University, USA

Brad Barrett, Retirado, USA

Diana Pozo, Universidad de Valparaíso, Chile

Tornadoes in Chile seem to develop in what are called “high-shear, low-CAPE” (HSLC) environments. An analysis of convective parameters from the ERA5 reanalysis during 16 notable tornadoes in Chile showed that several increased markedly before the time of the reports. The significant tornado parameter (STP) was able to discriminate the timing and location of the tornadoes, even though it was not created with that goal. We established thresholds for the severe hazards in environments with reduced buoyancy (SHERBE) parameter ($\$1$) and the STP ($\#20.3$) to further identify days favorable for tornado activity in Chile. The SHERBE and STP parameters were then used to conduct a climatological analysis from 1959 to 2021 of the seasonal, interannual, and latitudinal variations of the environments that might favor tornadoes. Both parameters were found to have a strong annual cycle. The largest magnitudes of STP were found to be generally confined to south-central Chile, in agreement with the (sparse) tornado record. The probability of a day with both SHERBE and STP values beyond their thresholds was greatest between May and August, which aligns with the months with the most tornado reports. The number of days with both SHERBE and STP beyond their respective thresholds was found to fluctuate interannually. This result warrants further study given the known interannual variability of synoptic and mesoscale weather in Chile. The results of this study extend our understanding of tornado environments in Chile and provide insight into their spatiotemporal variability.

Bajas segregadas en el Suroeste de Sudamérica

Roberto Rondanelli

Universidad de Chile / Santiago / Chile

Pronto se cumplirán 25 años desde el trabajo de Pizarro y Montecinos (2000) que inició el estudio de las bajas segregadas en Chile. En este trabajo repasaremos las principales características dinámicas, la estructura vertical y termodinámica y la distribución de precipitación asociada a las bajas segregadas. Habrá un énfasis a la dinámica del transporte de humedad y algunos comentarios respecto del futuro de estos sistemas y su importancia en los eventos extremos de precipitación en el Norte de Chile.

CONDICIONES SINÓPTICAS ASOCIADAS A ANILLOS DE CONGELAMIENTO EN ARAUCARIA ARAUCANA EN LA LADERA OCCIDENTAL DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES

Manuel Suazo

Universidad Austral de Chile / Valdivia / Chile

Tomás Muñoz-Salazar, Laboratorio de Dendrocronología y Cambio Global, Instituto de Conservación Biodiversidad y Territorio, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

Carlos LeQuesne, Laboratorio de Dendrocronología y Cambio Global, Instituto de Conservación Biodiversidad y Territorio, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

Duncan A. Christie, Laboratorio de Dendrocronología y Cambio Global, Instituto de Conservación Biodiversidad y Territorio, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; Cape Horn International Center (CHIC), Puerto Williams, Chile; Center for Climate and Resilience Research (CR)2, Santiago, Chile

Moisés Rojas-Badilla, Laboratorio de Dendrocronología y Cambio Global, Instituto de Conservación Biodiversidad y Territorio, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

Tania Gipoulou-Zuñiga, Laboratorio de Dendrocronología y Cambio Global, Instituto de Conservación Biodiversidad y Territorio, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

Los anillos de congelamiento son alteraciones en la formación de las células de la madera, que quedan registradas de manera indeleble. Estas ocurren debido a temperaturas mínimas extremas, y en Chile se presentan a finales de la primavera austral. Este estudio se enfoca en describir las condiciones sinópticas asociadas a la formación de anillos de congelamiento en un porcentaje considerable de individuos de poblaciones de Araucaria araucana en un transecto de la ladera occidental de la Cordillera de Los Andes (~39 ° S). Se observó que los eventos significativos con mayor frecuencia de anillos de congelamiento, definidos como aquellos en los que al menos el 2 % de las muestras analizadas presentaron esta alteración. Estas se encuentran asociadas con un descenso extremo en la temperatura mínima diaria, superior al percentil 95 de la variabilidad típica, lo cual representa una disminución del ~ 50 % de esta variable con respecto al día anterior. Desde una perspectiva sinóptica, estos eventos se caracterizaron por un descenso en la temperatura mínima de 3 a 4 °C en la semana previa sobre Australia, la advección de masas de aire frío provenientes de la Antártida y la presencia de un anticiclón migratorio en superficie, que fortalece tanto la pérdida radiativa como el transporte de aire frío hacia la ladera oriental de los Andes. Destaca además la estabilidad en el perfil vertical de las masas frías en el transporte meridional observado, donde un dipolo de anomalías de altura geopotencial facilita la convergencia de aire frío hacia la superficie

Simulaciones numéricas de precipitación de verano en los Andes extra tropicales en clima presente y futuro

Miguel Lagos-Zúñiga

Universidad Técnica Federico Santa María / Santiago / Chile

Deniz Bozkurt; Universidad de Valparaíso; Chile

Roberto Rondanelli; Universidad de Chile; Chile

La evaluación de simulaciones numéricas del tiempo en los Andes extra tropicales presenta desafíos importantes producto de la falta de observaciones en altura. Esta problemática se exagera durante el verano, debido a procesos convectivos de escala kilométrica (~1-4 km), que provocan precipitación intensa en zonas montañosas, generando turbidez en los ríos, crecidas, y en algunos casos inundaciones y aluviones. Las simulaciones numéricas de la Dirección Meteorológica de Chile se resuelven de forma operacional a esa escala, sin embargo, la evaluación de precipitaciones de verano ha recibido menos atención que los eventos de invierno que tienden a ser más intensos. Este estudio busca evaluar diferentes esquemas de simulaciones numéricas que resuelven explícitamente la convección mediante el modelo Advanced Weather Research and Forecasting model (WRF), testeando esquemas de superficie (LSM), capa límite (PBL) y microfísica de nubes (MP) para representar un evento de baja segregada y un río atmosférico de verano. Las simulaciones se evalúan mediante observaciones en superficie (precipitación, temperatura, viento, altura de capa límite) y en altura proveniente de globosondas en Santo Domingo y Mendoza y perfiles de temperatura de la iniciativa AMDAR. Para condiciones futuras se realiza un experimento con condiciones más cálidas de temperatura superficial del mar (SST), perturbando las condiciones históricas promediando cinco modelos de circulación general del proyecto CMIP6 en el escenario SSP5-8.5, para el periodo 2070-2100. Nuestros resultados sugieren que de todos los esquemas más sensibles en la producción de precipitación y generación de nubes son la PBL, y el LSM. El experimento de SST más futura revela que se incrementan condiciones de humedad y advección de vapor hacia el norte, cambiando además los patrones de viento en ambas pendientes de los Andes. Sin embargo, la gran sensibilidad de los esquemas en los experimentos numéricos es comparable a las proyecciones de cambio de precipitación, requiriendo mayor investigación y casos de estudio adicionales para proveer conclusiones más robustas

Radares meteorológicos en Chile: No llueve, pero gotea...

René Garreaud

CR2 y Departamento de Geofísica, Universidad de Chile / Santiago / Chile

Andrés Arriagada; METEODATA; Chile

Raúl Valenzuela; CR2 y Universidad de O'Higgins; Chile

Chile carece de radares meteorológicos para determinar en tiempo real la distribución de la precipitación -entre otras variables- sobre distancias horizontales de 100-200 km. La ausencia de estos instrumentos reduce la capacidad de pronóstico de corto plazo (horas) de eventos de tiempo severo (como lluvias intensas, granizo y tornados) y limita el análisis de meso escala en estos eventos. No obstante, actualmente existen dos micro radares de lluvia (MRR-2/Metek) que obtienen perfiles verticales de reflectividad y velocidad de caída de hidrometeoros. Un MRR-2 opera desde el 2017 en la Universidad de Concepción (37°S) y el segundo opera desde el comienzo del 2024 en la Universidad de O'Higgins en Rancagua (34°S). Los perfiles del MRR-2 son útiles en determinar la altura de la capa de derretimiento, que en el caso de Chile central determina parte de la respuesta hidrológica de las tormentas. Por otro lado, el satélite central de la "Global Precipitation Mission" (GPM) posee dos radares (banda Ku y Ka), proporcionando datos 3D de los hidrometeoros a lo largo de un swath de 124-250 km de ancho. En este trabajo mostramos la utilidad de los datos MRR-2 y GPM para caracterizar y monitorear tormentas en Chile central. Los ejemplos seleccionados incluyen el intenso río atmosférico zonal (ZAR) el 23-35 de junio de 2023 con un marcado gradiente orográfico de precipitación causando récord de acumulación en la precordillera entre las regiones de O'Higgins y Ñuble. El segundo caso corresponde a un intenso río atmosférico el 11 de junio del 2024 con mayor afectación en la provincia de Arauco debido al efecto de la cordillera de Nahuelbuta. Finalmente se ilustra un par de "narrow cold frontal bands" sobre el océano frente a la costa de Valparaíso (21 de junio de 2024) y Los Ríos (23 de Mayo de 2023).

Simulación y análisis de vientos costeros durante el río atmosférico zonal de junio 2023 en Chile centro-sur

Natalia Carrera

COPAS Coastal / Concepción / Chile

Los ríos atmosféricos corresponden a largos y estrechos filamentos de alto transporte de vapor de agua, típicamente ubicados delante de frentes fríos sobre océanos. Estos son de suma importancia en Chile, ya que proporcionan aproximadamente hasta el 50% de la precipitación anual. Simular estos eventos para su estudio no es una tarea trivial. Este trabajo se propone encontrar una configuración que simule adecuadamente el evento de río atmosférico del 21 de junio del 2023 en Chile centro-sur. En particular, se busca analizar el patrón de vientos superficiales costeros en el Golfo de Arauco durante el evento. Especialmente, se estudia el impacto que un aumento en la resolución de la simulación tiene sobre el campo de vientos. Se utiliza el modelo atmosférico WRF, empleando cuatro dominios de 9, 3, 1 y $\frac{1}{3}$ de kilómetro de resolución horizontal. El dominio de mayor resolución se centra en el golfo de Arauco. Se realizan experimentos que emplean diferentes parametrizaciones de microfísica, cúmulos y capa límite. Respecto a los campos de vientos, se evalúa su evolución temporal y se comparan resultados entre los dos dominios de mayor resolución. Así, se determinan las configuraciones que mejor recrean el evento considerando IVT. La parametrización de cúmulos genera la mayor diferencia, tanto en intensidad como distribución de la precipitación. Los campos de vientos mostraron una fuerte componente meridional al inicio del evento, para luego cobrar mayor importancia la componente zonal. Al comparar altas resoluciones, se observó que el dominio de mayor resolución posee mayor variabilidad en la distribución espacial de vientos, así como mayores magnitudes. Los efectos topográficos de la isla Santa María y la punta del golfo cobran protagonismo, generando tanto sombra como zonas de convergencia. Finalmente se cuantifica el desempeño de cada simulación respecto a las observaciones, generando recomendaciones respecto al tratamiento de parametrizaciones.

CARACTERIZACIÓN DE PATRONES SINÓPTICOS QUE FAVORECEN TORMENTAS ELÉCTRICAS DE VERANO EN LA CORDILLERA DE LOS ANDES DE LA ZONA CENTRO-SUR DE CHILE

Francisco Gómez

Universidad de Chile / Valparaíso / Chile

René Garreaud; Universidad de Chile; Chile

La presencia de rayos en la zona cordillerana entre las regiones del Bio Bio y La Araucanía presenta un máximo local con respecto a sus alrededores. Esta zona tiene un marcado ciclo diario y estacional, siendo el mes de febrero aquel con la mayor presencia de tormentas eléctricas. Tal zona se caracteriza por ser rica en bosques nativos, y también la presencia de incendios forestales catalogados como naturales (siendo los rayos la causa principal). Dado lo anterior, el objetivo de este trabajo es entender cuál es el patrón sinóptico que favorece la presencia de tormentas eléctricas en la zona antes mencionada. Para ello, se hace el análisis meteorológico de un caso de estudio el cuál fue elegido por ser el evento con mayor cantidad de rayos, y posteriormente se realiza un análisis de compuestos para el periodo comprendido entre 2013 y 2021. Los resultados indican que el patrón sinóptico que favorece las tormentas eléctricas es una baja segregada en altura, acompañada por vientos desde el este en superficie; ambos factores inestabilizan la atmósfera generando un ambiente propicio para tormentas del tipo convectiva.

Fenómenos de la Capa Límite del valle de Santiago según mediciones en la campaña SABLEx-2023

Ricardo Muñoz

Universidad de Chile / Santiago / Chile

Ricardo Alcaful; Dirección Meteorológica de Chile; Chile

Rainer Schmitz; Meteodata Ltd.; Chile

Andrés Arriagada; Meteodata Ltd.; Chile

Andrés Martínez; Meteodata Ltd.; Chile

Ricardo Abarca; Dirección Meteorológica de Chile; Chile

El valle de Santiago tiene una topografía semi-confinada bajo los 1000 msnm que da lugar a interesantes fenómenos de capa límite con implicancias en su problema de calidad de aire. En este trabajo presentamos resultados de mediciones meteorológicas realizadas del 27 al 30 de Julio del 2023 en el marco de la campaña denominada SABLEx-2023. Durante estos días se efectuaron radiosondeos cada 3 horas en un punto del centro del valle y se utilizó un sistema de nefobasímetro móvil que permitió caracterizar la variación espacial y temporal de la capa de aerosoles existente al interior del valle. Junto con mediciones continuas en varios puntos del valle, la campaña permitió caracterizar el desarrollo de la capa límite convectiva en dos días con distinta intensidad de la subsidencia regional, así como dos transiciones vespertinas con disímiles efectos de advección y de ondas de gravedad internas. Estas mediciones servirán para una verificación más exhaustiva de modelos de mesoscala aplicados al valle de Santiago.

Reconocimientos: Este trabajo es financiado por proyecto ANID Fondecyt 1221511. RM reconoce financiamiento de proyecto ANID ANILLO ATE230006.

Ríos Atmosféricos Zonales e Inclinados en el Centro-sur de Chile

Rene Garreaud

CR2 y Departamento de Geofísica, Universidad de Chile / Santiago / Chile

Martín Jacques-Coper; CR2 y Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción; Chile

Julio C. Marín; CEACC y Departamento de Meteorología, Universidad de Valparaíso; Chile

Diego A. Narváez; COPAS Coastal y Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción; Chile

La costa occidental extratropical de América del Sur posee una de las mayores frecuencias de ríos atmosféricos (AR), con docenas de eventos por temporada que representan ~50% de la precipitación anual y pueden producir eventos de lluvia extremos en el centro-sur de Chile. La mayoría de los AR forman un ángulo agudo con los Andes, pero, en algunos casos, la corriente de humedad incide casi perpendicularmente a las montañas, lo que se conoce como ríos atmosféricos zonales (ZAR). En este trabajo se emplean mediciones locales en Concepción (36,8° S), junto a simulaciones numéricas, para caracterizar un ZAR y un AR con orientación meridional en julio de 2022. Estos representan extremos de la amplia distribución de tormentas invernales en esta región y exhiben características clave que se encontraron en un análisis compuesto basado en muestras más grandes de ZAR y AR inclinados. Esto último está asociado con una vaguada en niveles superiores, un ascenso a gran escala, un ciclón extratropical y un frente frío que llega al sur de Chile. En cambio, los ZAR están asociados con un fuerte flujo zonal en toda la troposfera y un frente estacionario en el Pacífico Sur, con un ascenso restringido cerca de los Andes. En consecuencia, los ZAR tienen una precipitación mínima sobre el océano adyacente, pero un marcado aumento de la precipitación orográfica y exhiben temperaturas relativamente cálidas, lo que resulta en un mayor riesgo de eventos hidrometeorológicos extremos.

Sesión: DOCA08 - Oceanografía física regional

The influence of Coastal Trapped Waves and upwelling winds on cross-shore transports and exchanges over the continental shelf.

Gonzalo Saldías^{1,2}

¹Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile.

²Centro de Investigación Oceanográfica COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

The circulation of the continental shelf is largely constrained by abrupt changes in bottom topography since geostrophic flows are restricted to follow isobaths in short spatial scales. Process-oriented numerical studies have clarified the circulation and transports associated with the influence of a submarine canyon incising the continental shelf. These approaches have revealed a marked asymmetry in the circulation and upwelling/downwelling patterns on either side of a canyon's head in response to upwelling winds (e.g. Saldías and Allen, 2020) and the propagation of Coastal Trapped Waves (CTW; Saldías et al. 2021). In general, these studies have considered an idealized canyon typical of eastern boundaries (mid-size length and relatively far from the coastal boundary) evaluating the impact of a dominant forcing alone. With the objective of increasing our understanding of the circulation and cross-shore transports during upwelling conditions, results from idealized experiments considering an idealized submarine canyon under the influence of both upwelling winds and the propagation of Coastal Trapped Waves reveal that the oscillatory pattern of onshore flow through the head of the canyon is highly enhanced (more than double) when upwelling winds overlaps the negative phase (low sea level) of a CTW over the canyon. Additional details of the circulation patterns, cross-shore exchanges, and the plume of upwelling waters being advected from the canyon on the continental shelf will be presented.

Implementación de sistema de información oceanográfica para operaciones portuarias

Diego Narváez
Universidad de Concepción / Concepción / Chile
Maricarmen Guerra
Gonzalo Saldías
Natalia Carrera
Daniel Brieva

En este trabajo se presentan resultados de un proyecto de desarrollo tecnológico que consiste en proveer información oceanográfica y meteorológica en tiempo real, además de pronósticos a 3 y 6 días en el puerto de Coronel, región del Biobío. El objetivo es aportar información a las capitanías de puerto y empresas portuarias con el fin de optimizar las operaciones marítimas. Esta solución se está llevando a cabo integrando sensores de oleaje direccional (SOFAR spotter), medidores de corrientes marinas (Nortek ADCP) y sensores de magnitud y dirección de viento (YOUNG). Los sensores instalados en una boya oceanográfica están integrados con un sistema de transmisión a un servidor computacional vía telefonía celular (GSM). Los datos recolectados además están siendo utilizados para validación de modelos numéricos que se utilizan para obtener los pronósticos a 3 y 6 días. Para el pronóstico de oleaje se está utilizando el modelo WaveWatch III, que permite propagar estados de mar espectrales sobre batimetrías complejas desde aguas profundas hasta la zona costera. Se ha implementado un modelo de propagación de oleaje desde aguas profundas hasta la costa cubriendo la costa de la región del Biobío, utilizando como condiciones de borde los pronósticos espectrales de oleaje emitidos por el laboratorio LOPS de Ifremer. Los resultados del modelo están siendo validados con la boya de oleaje instalada en Coronel y otra perteneciente al SHOA ubicada aguas afuera de Tumbes. Se ha implementado un modelo atmosférico (WRF) para realizar los pronósticos del viento e incluirlos en el modelo de oleaje WWIII. Los datos de viento además se están integrando a una configuración de un modelo de corrientes marinas (ROMS) que representará la corriente (circulación) entre otras variables. De la misma forma el modelo oceanográfico (ROMS) se alimenta de productos globales para forzar y generar un estado inicial del océano desde donde se iniciará el pronóstico oceanográfico diario. Tanto la información de los sensores, cómo de los modelos será integrada en una plataforma de almacenamiento y visualización de datos, que consiste en una APP para teléfono móvil y en un sitio web para visualizar información de las condiciones actuales del lugar. En esta presentación se discuten los éxitos y fracasos de la puesta en marcha de la boya oceanográfica y los modelos predictivos, con énfasis en los costos de operación, validaciones realizadas y diferentes configuraciones de los modelos.

Influencia del Cañón del Biobío en la circulación durante surgencia y hundimiento costero frente a Chile central

Odette A. Vergara

Concepción, Concepción / Concepción / Chile

Pedro A. Figueroa

Cristian Salas

Sebastián I. Vásquez

Richard Muñoz

Gonzalo S. Saldías

La influencia del Cañón del Biobío en la circulación de la plataforma adedaña fue evaluada bajo escenarios de surgencia y hundimiento mediante simulaciones hidrodinámicas de alta resolución. Para representar la compleja topografía de esta zona, se utilizó la batimetría de GEBCO 2020, la cual presenta una resolución espacial de 500 m. Para comprender el rol del cañón en la circulación, se realizaron experimentos de simulación contrastantes: una Simulación de Referencia (SR) considerando la batimetría del cañón y la descarga del río Biobío, un Experimento de Simulación 1 (SE1) incorporando solo la batimetría del cañón sin la descarga del río Biobío, y un Experimento de Simulación 2 (SE2) solo con la descarga del río Biobío (sin el cañón). Durante surgencia, se observó asimetría en la circulación a lo largo del cañón en SR, con flujos hacia la costa en el lado norte del cañón y la mayor parte de la columna de agua superior, y flujos hacia el océano sobre la pared sur. En contraste, durante hundimiento, el flujo zonal hacia la costa se restringió a una estrecha banda sobre la pared norte del cañón en los experimentos RS y SE1. No se detectaron diferencias considerables entre RS y SE1 durante surgencia y hundimiento, lo que sugiere que el efecto impuesto por el cañón en la circulación, es más relevante que la descarga del río Biobío. Nuestros resultados muestran un transporte neto hacia la costa sobre la plataforma continental durante surgencia y un transporte neto fuera de la costa restringido al área sur del cañón durante hundimiento. Finalmente, la advección de aguas de alta densidad en la plataforma norte domina durante surgencia en RS y SE1.

Emergent constraint on oxygenation of the upper South Eastern Pacific oxygen minimum zone in the twenty-first century

Iván Almendra

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Boris Dewitte

Véronique Garçon

Praxedes Muñoz

Carolina Parada

Ivonne Montes

As a consequence of on-going global warming, the ocean is losing oxygen, which has implications not only in terms of marine resources management and food supply but also in terms of the potentially important feedback on the global carbon cycle and climate. Of particular scrutiny are the extended zones of already low levels of oxygen called the oxygen minimum zones (OMZs) embedded in the subsurface waters of the productive Eastern Boundary Upwelling Systems (EBUS). These OMZs are currently diversely simulated by state-of-the-art Earth System Models (ESM) hampering a reliable projection of ocean deoxygenation on marine ecosystem services in these regions. Here we focus on the most emblematic EBUS OMZs of the planet, that of the South Eastern Pacific (SEP), which is under the direct influence of the El Niño Southern Oscillation (ENSO), the main climate mode on interannual timescales at global scale. We show that, despite the low consensus among ESM long-term projections of oxygen levels, the sensitivity of the depth of the upper margin (oxycline) of the SEP OMZ to El Niño events in an ensemble of ESMs can be used as a predictor of its long-term trend, which establishes an emergent constraint for the SEP OMZ. Because the oxycline along the coast of Peru and Chile deepens during El Niño events, the upper bound of the SEP OMZ is thus likely to deepen in the future climate, therefore oxygenating the SEP OMZ. This has implications not only for understanding the nitrogen and carbon cycles at global scale but also for designing adaptation strategies for regional upper-ocean ecosystem services.

Circulación y mezcla inducidas por rectificación topográfica de marea en el Estrecho de Bransfield: una perspectiva de energía mecánica.

David Donoso

Instituto Milenio BASE / Santiago / Chile

Paula Amador. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Mike Dinniman. Old Dominion University, Norfolk, VA, USA.

Manuel Castillo. Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

Andrea Piñones. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

En el presente estudio se usa un modelo numérico acoplado entre el océano y el hielo marino, junto con observaciones de corriente e hidrografía, para evaluar el rol de la marea en la circulación y la mezcla del océano en el Estrecho de Bransfield. Para ello, se comparan los resultados obtenidos entre un par de simulaciones interanuales, sin y con forzamiento de marea. Adicionalmente, se incluyen un par de simulaciones mensuales de sensibilidad al forzamiento de marea diurno y semidiurno. Las simulaciones interanuales muestran que el forzamiento de marea ejerce un efecto de intensificación/disminución en la circulación/estratificación, lo cual es coherente con las observaciones contemporáneas disponibles y los antecedentes presentes en la literatura. Esto no sólo destaca la importancia regional de la marea como forzante, sino que sugiere la existencia de un mecanismo que convierte parte de su energía fluctuante hacia la energía promedio del océano. Este fenómeno tiene asidero teórico en la rectificación topográfica de marea, que en otras regiones ha sido reportada como un mecanismo capaz de generar tanto circulación como mezcla en la columna. Para evaluar esta hipótesis se emplea un balance de energía mecánica en las simulaciones numéricas mencionadas. Los resultados muestran que el forzamiento de marea incrementa la energía cinética barotrópica y disminuye la energía potencial baroclínica, siempre que se estandaricen ambos reservorios respecto a la energía total disponible en cada simulación. No obstante, las simulaciones mensuales muestran que este efecto es susceptible a la frecuencia del forzamiento oscilatorio. Así, la marea diurna, cuya frecuencia califica como subinercial en la región, es la que presenta el mayor impacto en el estado promedio del sistema, pese a que la amplitud de sus armónicos es menor que los de la marea semidiurna. El rol que ejerce la batimetría en este mecanismo es evaluado mediante una parametrización para una corriente rectificada topográficamente, cuyo forzante oscilatorio posee un promedio temporal igual a cero (i.e. tal como el forzamiento de marea). [Agradecimientos: Proyecto FONDECYT 1210988].

Forzantes y dinámica del sistema de la Corriente del Cabo de Hornos: Un enfoque observacional

José Garcés

Universidad Austral de Chile / Valdivia / Chile

Andrea Piñones

Wolfgang Schneider

Mauricio F. Landaeta

Manuel I. Castillo

Natalia Cisternas

Carmen Barrios-Guzmán

Fernanda Barilari

La circulación a lo largo de la costa oeste de América del Sur se origina en el flujo hacia el este de la Corriente del Pacífico Sur. Aproximadamente entre los 40°S y 45°S, esta corriente se bifurca en dos ramas: la rama norte forma la Corriente de Humboldt (CH), mientras que la rama sur continúa a lo largo de la plataforma continental como la Corriente del Cabo de Hornos (CCH).

Aunque se ha dedicado un esfuerzo científico considerable, tanto a nivel nacional como internacional, para comprender la oceanografía y dinámica de la CH, la CCH ha recibido relativamente menos atención. Este estudio analiza la estructura espacial, la variabilidad estacional y los mecanismos que fuerzan la CCH, utilizando datos provenientes de observaciones satelitales, bases de datos climatológicas, muestras hidrográficas in situ y un perfilador acústico Doppler sumergible. Los resultados revelan que la CCH es una corriente costera estrecha (<20 km) claramente definida al sur de los 50°S, con los flujos más intensos (45-60 cm s⁻¹) entre los 53°S y 57°S. Esta corriente presenta variabilidad estacional, con un flujo más fuerte hacia el sur durante el verano austral. La CCH está forzada principalmente por tres factores: los aportes de agua dulce superficial, los vientos que favorecen el hundimiento y la orientación de la línea de costa. Estos factores presentan características dinámicas similares a las de la Corriente Costera de Alaska en el hemisferio norte. Una representación analítica del límite de profundidad de una corriente costera sugiere que la pluma superficial costera se extiende hasta aproximadamente 100 metros de profundidad. Se espera que el cambio climático afecte la dinámica de la CCH debido al aumento del derretimiento glaciar y los cambios en los patrones de viento. La CCH desempeña un papel crucial en la dispersión y conectividad de especies marinas de importancia económica, lo que subraya la necesidad de más investigaciones sobre rol ecológico. Un conocimiento más profundo de la dinámica de la CCH es fundamental para la protección y gestión de ecosistemas marinos vitales en un contexto de cambio climático.

Variabilidad del Océano Profundo Forzada por Ciclos El-Niño en el Pacífico Suroriental

Manuel Torres Godoy

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Oscar Pizarro; Instituto Milenio de Oceanografía: Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción Chile

Boris Dewitte; CECI, Université de Toulouse, CERFACS/CNRS, Toulouse: Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), Coquimbo; Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo; Centro de Ecología y Manejo Sustentable de Islas Oceánicas, Universidad Católica del Norte, Coquimbo

Vera Oerder Instituto Milenio de Oceanografía; Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción

La circulación general de los océanos es clave para el sistema climático del planeta. Esta contribuye a la distribución y transporte de calor, gases de efecto invernadero y sustancias disueltas que son relevantes para la vida. La circulación profunda, es una componente esencial de la circulación general. Sin embargo, debido a la escasez de mediciones y las dificultades propias para estimar las características de los flujos profundos a través de mediciones directas, aún existen grandes incertezas en estos flujos. A pesar de ser la Deep Eastern Boundary Current (DEBC) de mayor extensión latitudinal y con un núcleo entre 2000 y 4000 m de profundidad, la corriente profunda del Pacífico Suroriental es una de las menos conocida. Aunque durante las últimas décadas ha aumentado el conocimiento de la circulación profunda, las características del flujo profundo en la cuenca de Chile, su variabilidad y evolución de energía cinética turbulenta (EKE), tanto espacial como temporal, continúa siendo muy poco conocida. Particularmente, los impactos que tienen las grandes variaciones interanuales, asociadas a los ciclos ENOS observados a lo largo de las costas de Perú y Chile sobre el océano profundo permanecen casi desconocidos. En esta investigación utilizamos variables oceanográficas diarias provenientes del modelo Glorys12 durante el periodo 1993 - 2020 y encontramos que las Ondas de Rossby Extratropicales forzadas por ciclos ENOS se propagan a través de la columna de agua, modulando interanualmente los flujos profundos (1000 – 4000 m) de la DEBC presentes en el Pacífico Suroriental. A su vez, las amplitudes del Horizontal Reynolds Stress (HRS) y Vertical Buoyancy Flux (VBF), que corresponden a componentes del balance de EKE, están moduladas por la presencia de la fosa de Atacama y su intensidad varía entre ciclos La Niña y El Niño, con una mayor magnitud durante este último periodo.

Sesión: DOCA09 - Oleaje y Tsunamis

Escala de impactos de marejadas implementada en un pronóstico de oleaje de alta resolución

Catalina Aguirre

Universidad de Valparaíso, Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia / Valparaíso / Chile

Mauricio Molina, Universidad de Valparaíso, Chile

Sebastián Correa, Universidad de Valparaíso, Chile

Sergio Bahamondez, Universidad de Concepción, Chile

Las marejadas son eventos extremos de oleaje que han causado importantes daños en la infraestructura costera, acelerado la erosión de playas e incrementado los tiempos de inactividad en la pesca y puertos. La evolución temporal de los avisos de marejadas emitidos por la autoridad marítima refleja un aumento progresivo en la cantidad de alertas a nivel nacional. Esto coincide con estudios científicos que señalan un incremento en la incidencia de marejadas en Chile durante las últimas décadas. Con el objetivo de mitigar algunos de los impactos de estos fenómenos en el borde costero, hemos desarrollado un sistema de pronóstico de oleaje de alta resolución para la Bahía de Valparaíso. Dichos pronósticos han sido validados exitosamente mediante datos registrados por ADCP. Además, al complementarlos con un pronóstico del nivel del mar por marea, podemos estimar el sobrepaso y el run-up para los próximos siete días. Esto permite ofrecer un pronóstico a través de una escala de intensidad del oleaje, lo cual facilita la anticipación y preparación ante eventos extremos (www.marejadas.uv.cl). Para crear esta escala de intensidad, que consta de cinco categorías, se analizaron cualitativamente los impactos históricos de oleajes extremos en playas e infraestructura costera. Asimismo, se han instalado cámaras de vídeo en el litoral para realizar un seguimiento continuo del estado del mar en tiempo real, transmitido a través de <https://www.youtube.com/@MarejadasUV>. Finalmente, los parámetros del oleaje y el nivel del mar se vinculan con umbrales de intensidad en la zona costera, integrando la escala de cinco categorías en nuestro sistema operativo de pronóstico.

Estos resultados proporcionan información precisa y relevante que contribuye a una mejor toma de decisiones por parte de las autoridades y usuarios del borde costero.

Evaluación de la evacuación por un evento tsunamigénico para naves en el terminal marítimo Mejillones, región de Antofagasta, Chile

Juan González

Universidad Andrés Bello / Viña del Mar / Chile

Augusto Barahona, Universidad Andrés Bello; Viña del Mar, Chile

Sergio Wall, Universidad Andrés Bello; Viña del Mar, Chile

La estimación de amenaza de tsunami constituye un poderoso instrumento para optimizar procesos de ordenamiento territorial, así como la construcción de planes de protección civil y en la generación de medidas de mitigación en infraestructura crítica costera. En la actualidad, la modelación numérica constituye una herramienta técnica utilizada para la estimación de amenaza de tsunami en localidades costeras, teniendo como objetivo principal la determinación de parámetros hidrodinámicos de la inundación por tsunami, tales como velocidad de propagación, tiempos de arribo, altura máxima y área inundada. El presente trabajo propone una evaluación de los procesos de evacuación de naves en el área de influencia del terminal marítimo de la bahía de Mejillones, generada por la ocurrencia de eventos tsunamigénicos mayores en la brecha sísmica del norte de Chile. La estimación es realizada mediante la simulación acoplada de escenarios sísmicos estocásticos y simulación numérica de tsunami que impacta en el cuerpo de agua de la bahía de Mejillones. La selección de escenarios se ha basado en fuentes tsunamigénicas cercanas a la localización de la bahía de Mejillones, orientada a la factibilidad de un peor escenario de impacto con tiempos de arribo ~ 10 minutos posteriores al evento. Bajo ese criterio han sido seleccionados ~ 160 escenarios, centrados en las magnitudes Mw 8.8, 8.5, 8.0 y 7.5, de un universo original de escenarios de ~ 8.000 . Es observable una relación causal entre la magnitud del terremoto y los parámetros hidrodinámicos observados en la estación sintética localizada en la zona de influencia del terminal marítimo Mejillones, siendo el escenario Mw 8.8 la peor condición con una amplitud máxima de tsunami ~ 10 m y flujos de corrientes ~ 5 m. Adicionalmente, es relevante señalar que los tiempos de arribo de todos escenarios se encuentran en un rango de 10 minutos posterior al evento sísmico.

Sesión: DOCA10 - Otros temas en Clima y Meteorología

Interconexión de sequías y su relación con patrones de circulación global en cuencas del Centro Sur de Chile

Isadora León

Universidad Austral de Chile / Valdivia / Chile

Rodrigo Aguayo; Vrije Universiteit Brussel; Bélgica

Álvaro González- Reyes; Universidad Austral de Chile; Chile

Jorge León; Universidad Católica de la Santísima Concepción; Chile

El presente estudio abordó la influencia de forzantes climáticos como la precipitación, la humedad de suelo y los caudales en la propagación de sequías en cuencas del Centro Sur de Chile. La zona de estudio abarcó 61 cuencas entre Ñuble y Los Lagos. Se utilizaron series diarias de precipitación (CR2METv2.5), humedad de suelo (ERA5) y caudal (CAMELS-CL) para caracterizar eventos de sequía en el período 1985-2020, utilizando el método de nivel de umbral. La investigación diferenció dos tipos de propagación de sequía: un evento de propagación completa (PC), definido como un periodo con déficit de precipitación, humedad de suelo y caudal al mismo tiempo, y uno de propagación incompleta (PI), con déficit de caudal acompañado de un déficit de precipitaciones o de humedad de suelo. Los resultados mostraron un promedio de 33 y 39 eventos por cuenca para PC y PI, con duraciones medias de 75 y 28 días, respectivamente. Los eventos fueron principalmente gatillados por sequías meteorológicas y finalizados por sequías hidrológicas. El déficit volumétrico de los eventos de PC quintuplicó a los de PI, sugiriendo que la persistencia temporal de los eventos de PC como un factor crítico en la interconexión entre la precipitación, humedad de suelo y caudales. Además, se identificaron relaciones significativas entre los déficits volumétricos y forzantes climáticos, vinculando eventos de PC de gran déficit volumétrico (máximos históricos) con la fase fría del ENOS y la fase positiva del SAM, destacando la relevancia de los patrones de circulación global en la propagación de sequías en la región. Los resultados resaltan la necesidad de profundizar en la comprensión de los recursos hídricos y mejorar las estrategias de gestión y adaptación frente a eventos extremos.

HidroCL: Modelo Nacional de Pronóstico de Corto Plazo de Caudales basado en una combinación de modelos de machine learning.

Jorge Arévalo

Universidad de Valparaíso / Valparaíso / Chile

Luis De la Fuente, Universidad de Valparaíso / Valparaíso / Chile

Christopher Paredes, Universidad de Valparaíso / Valparaíso / Chile

Aldo Tapia, Universidad de Valparaíso / Valparaíso / Chile

Jorge Saavedra, Universidad de Valparaíso / Valparaíso / Chile

Pablo Álvarez, Universidad de Valparaíso / Valparaíso / Chile

Aunque los pronósticos meteorológicos se utilizan para la toma de decisiones, a menudo son insuficientes para mitigar riesgos hidrológicos como inundaciones, turbidez extrema o sequías. En muchos países, incluido Chile, las predicciones de caudal a corto plazo son limitadas o inexistentes. Este estudio presenta el desarrollo de un sistema operativo de pronóstico de caudal a corto plazo para cientos de estaciones de medición en Chile. El sistema, llamado HidroCL, descarga diariamente pronósticos meteorológicos del Sistema de Pronóstico Global (GFS) como forzantes del pronóstico de caudal, mientras que para representar el estado de la cuenca aportante a cada estación se usan variables hidroclimáticas observadas desde satélites y datos de reanálisis atmosférico y de superficie. Estos datos, junto con los atributos estáticos de las cuencas, se agregan espacialmente a las áreas correspondientes. Los datos alimentan tres modelos de machine learning (Long Short-Term Memory, LSTM; Random Forest, RF; y Convolutional Neuronal Network, CNN). Cada modelo genera un conjunto de cien predicciones de caudal medio y máximo diario con hasta cinco días de antelación, como una estimación de la incertidumbre estructural (del modelo). La predicción e incertidumbre de cada modelo se procesan por otra red neuronal para producir un pronóstico unificado que incluye intervalos de confianza. Estos resultados se presentan a través de una página web. HidroCL está en pruebas operativas internas antes de su lanzamiento público por la Dirección General de Aguas (DGA). En aproximadamente 200 estaciones (de unas 400), HidroCL alcanza una Eficiencia de Kling- Gupta (KGE) superior a 0,6, prediciendo correctamente crecidas un 95% de las veces. Se espera que este sistema entregue a las autoridades y tomadores de decisiones información útil para mitigar eficazmente el impacto de eventos hidrometeorológicos extremos.

Determinación de umbrales críticos de precipitación asociados a impactos para la zona central de Chile

Manuel Olivares Vasconcelo

Dirección Meteorológica de Chile / Santiago / Chile

Ricardo Abarca; Dirección Meteorológica de Chile; Chile.

Tamara Venegas; Dirección Meteorológica de Chile; Chile.

Pabla Quintana; Dirección Meteorológica de Chile; Chile.

Algunos servicios meteorológicos e hidrológicos nacionales (SMHN) han implementado un enfoque de pronóstico basado en impacto (PBI), lo cual está alineado con la visión de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Dentro de este contexto, el presente estudio busca determinar los valores de umbrales críticos de precipitación acumulada en la región central de Chile considerando los datos relacionados a impactos hidrometeorológicos registrados por dos instituciones estatales. Preliminarmente, se agruparon los eventos de precipitación de acuerdo a distintas características físicas, con el fin de determinar si existe una relación entre su intensidad y los impactos, demostrándose la existencia de un grupo de eventos severos que causan el 95% de todos los impactos registrados, el cual se ajusta a la estructura sinóptica de una tormenta cálida, descrita en estudios anteriores. Este resultado otorga la confianza para categorizar los distintos impactos en tres niveles de gravedad, de acuerdo a los tres niveles de advertencia de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), de manera tal que se les pueda asociar umbrales de precipitación. Estos umbrales se obtienen mediante la técnica de aprendizaje de máquina (machine learning) denominada árboles de decisión. Los resultados obtenidos indican que, si bien en muchas ocasiones la precipitación es suficiente para la determinación de un nivel de impacto, existen otras variables meteorológicas que la complementan. Así, este estudio presenta un marco inicial de trabajo para generar alertas por impactos de acuerdo a los tres niveles de advertencia de la DMC.

Sesión: DOCA11 - Otros temas en Oceanografía física

Revisiting historical trends in the Eastern Boundary Upwelling Systems with a machine learning method

David Bustos Usta 1,2*, Diego A. Narváez 2,3, Boris Dewitte 5,6,7, Vera Oerder 2,8, Mabel Vidal 4 Fabián Tapia 2,3

1. Programa de Posgrado en Oceanografía, Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile

2. Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

3. Centro de Investigación Oceanográfica COPAS Coastal, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

4. Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

5. Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), Coquimbo, Chile

6. Centro de Ecología y Gestión Sostenible de Islas Oceánicas (ESMOI), Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile

7. Clima, Medio Ambiente, Acoplamientos e Incertidumbres (CECI), Universidad de Toulouse, CERFACS/CNRS, Toulouse, Francia

8. Instituto Milenio de Oceanografía (IMO), Universidad de Concepción, Concepción, Chile

Eastern Boundary Upwelling Systems (EBUS) are pivotal to global marine ecosystems, supporting highly productive environments that provide essential services to numerous coastal nations. However, the impact of global warming on these systems remains contentious due to a paucity of long-term observational data, uncertainties in climate models, and significant natural variability. This study employs machine learning techniques to analyze long-term variability in the four EBUS from 1993 to 2019, focusing on high-frequency synoptic upwelling events. Using Self-Organizing Maps and Hierarchical Agglomerative Clustering algorithms, we characterized signatures in sea-level pressure, meridional wind, shortwave radiation, sea-surface temperature (SST), and Ekman pumping.

Results reveal dominant spatial patterns (56%-75% of total variance) reflecting strong seasonality in alongshore wind activity. Upwelling events have intensified in summer and lengthened in spring, except in the Canary-Iberian region. Southern Hemisphere systems showed higher summer upwelling events occurrence (up to 0.022 events/km²) compared to Northern Hemisphere systems (<0.012 events/km²). Long-term changes include poleward shifts in subtropical high-pressure systems, intensified upwelling-favourable winds, and SST

decreases at higher latitudes. The Humboldt Current System exhibited a unique spring-to-summer pattern with mid-latitude meridional wind weakening and concurrent SST decreases. Comparative analysis of upwelling centers found no evidence supporting Bakun's hypothesis, with temporal changes varying within and across EBUS. This study demonstrates the advantages of machine learning in analyzing complex oceanographic phenomena, providing insights into EBUS variability under global climate change.

INESTABILIDADES SIMÉTRICAS SUBMESOESCALARES EN REMOLINOS OCEÁNICOS MESOESCALARES

Ángel Rodríguez Santana

ECOQUA, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria / Las Palmas de Gran Canaria / España

Sheila Natalí Estrada Allis; Departamento de Oceanografía Física, CICESE, México

Luis Pablo Valencia Castro; ECOQUA, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; España

Ángeles Marrero Díaz; ECOQUA, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; España

La inestabilidad simétrica submesoescalar (ISS) en el océano interior puede contribuir a la modificación de las masas de agua y la energía mesoescalar. Los frentes en densidad con cizalla vertical geostrofica generan ISS que llevan asociados inestabilidades secundarias de cizalla, disipando la energía geostrofica y terminando en mezcla turbulenta. La ISS se genera en flujos con vorticidad potencial que tengan signo opuesto a la frecuencia de Coriolis en la región de estudio (Hoskins, 1974; Thomas et al., 2013). Estudios en remolinos oceánicos mesoescalares muestran cómo se genera un intenso afloramiento submesoescalar desde la termoclina a la capa superior de mezcla en remolinos oceánicos anticiclónicos sometidos a la acción del viento. Se determina que los procesos dinámicos que dirigen este afloramiento son debidos a la ISS (Brannigan, 2016). En este trabajo se ha explorado los procesos anteriormente descritos en los remolinos mesoescalares oceánicos anticiclónicos del corredor de remolinos de las islas canarias (Sangrà *et al.*, 2009). En los bordes de los remolinos se ha observado zonas de vorticidad potencial muy bajas que serían susceptibles de generar ISS que aumentan la intensidad de los procesos de mezcla diapirica.

Caracterización física de la corriente de marea en el Estrecho de Bransfield durante febrero del 2008

Jennifer Villarroel-Nenen

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Andrea Piñones, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Austral de Chile. Centro IDEAL del FONDAP, Universidad Austral de Chile. Centro Costero COPAS, Universidad de Concepción. Instituto Milenio Biodiversidad de los Ecosistemas Antárticos y Subantárticos (BASE); Chile

Oscar Pizarro, Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción. Instituto Milenio de Oceanografía, Universidad de Concepción; Chile

Tanto los trabajos en base a modelación como los de observación sugieren que la interacción de los flujos barotrópicos con la topografía del fondo marino es un proceso importante en la generación y propagación de las mareas internas. Estas mareas contribuyen a la variabilidad de las corrientes y a la mezcla isopicnal y diapicnal en la columna de agua, a través de procesos como “stirring” y la generación de inestabilidades de cizalla y la consiguiente turbulencia, configurando la distribución vertical de nutrientes y fitoplancton. Sin embargo, los estudios sobre la dinámica de la marea interna en la Antártica son limitados. Con el objetivo de ampliar la descripción de las mareas internas en la Península Antártica Occidental (PAO), esta investigación busca caracterizar las corrientes de marea y las condiciones hidrográficas en una sección del Estrecho de Bransfield (EB) durante febrero de 2008. La caracterización hidrográfica se llevó a cabo mediante el análisis de secciones de temperatura potencial, salinidad y boyantes. Para caracterizar las corrientes de marea desde la superficie hasta el fondo marino, se realizó un análisis armónico a diferentes niveles de la columna de agua utilizando t_{tide} [Pawlowicz et al., 2002]. Finalmente, se generaron elipses de marea para cada nivel estudiado, lo que permitió visualizar las principales características mareales. Los datos utilizados en esta investigación fueron obtenidos de una simulación ROMS forzada con la señal de marea a partir de los cuatro principales armónicos: M2, S2, K1 y O1 [Hudson et al., 2022]. Los principales resultados muestran una fuerte estratificación en los primeros 50 metros, con termoclinas y haloclinas bien definidas entre 20 y 50 metros. Además, las elipses de marea de M2 y K1 no presentan grandes variaciones verticales, pero sí horizontales. Finalmente, las elipses diurnas giran generalmente en el sentido de las agujas del reloj, mientras que las semidiurnas lo hacen en sentido contrario. De forma similar, Kimchenko et al. (2020) mostró que para la región del EB las elipses con periodos de 24 hrs giran en el sentido de las agujas del reloj y las elipses con periodos de 12 hrs giran en sentido contrario a las agujas del reloj, basándose en las velocidades barotrópicas del flujo de marea.

Sesión: DOCA12 - Paleoclima

Cambios en los Vientos Oeste y en las Precipitaciones en Chile Central durante el Último Máximo Glacial y el Holoceno Medio

Matías Briceño Yáñez

Universidad de Chile / Santiago / Chile

Matías Frugone Álvarez; Universidad Católica de la Santísima Concepción; Chile

René D. Garreaud; Departamento de Geofísica, Universidad de Chile; Chile

La influencia de los vientos oeste sobre las precipitaciones en Chile central está ampliamente estudiada. Sin embargo, la comprensión de estos patrones a escalas milenarias no está del todo clara. En este estudio se utilizaron simulaciones climáticas correspondientes al Último Máximo Glacial (LGM), el Holoceno Medio (mid-Holocene), el período preindustrial (pi-Control) y el periodo histórico, junto con datos de reanálisis ERA5, para evaluar los cambios en las precipitaciones y la influencia de los vientos en diferentes en cada uno de estos periodos. Los resultados muestran que, aunque los patrones de circulación atmosférica en Chile central parecen mantenerse relativamente estables a lo largo de estos períodos, no está completamente claro si los cambios en los vientos del oeste son suficientes para explicar las variaciones en las precipitaciones observadas. Además, los resultados no son totalmente consistentes con los cambios observados en el registro sedimentario de Tagua Tagua. Este estudio ofrece nuevas perspectivas sobre la dinámica climática en Chile central y subraya la necesidad de investigar más a fondo los factores que influyen en los patrones de precipitación a largo plazo.

Sesión: DOCA13 - Variabilidad Climática

Co-variabilidad de la columna de vapor de agua y precipitación en Chile

Raúl Valenzuela

Universidad de O'Higgins / Rancagua / Chile

Jorge Jara

El norte de Chile, caracterizado por su clima árido, ha sido afectado por precipitaciones extremas en múltiples ocasiones. En la última de ellas, conocida como Tormenta de Atacama (24-26 marzo 2015) se registraron montos máximos diarios de 40 mm e intensidades horarias sobre 10 mm h-

1. Así mismo, la zona centro-sur de Chile durante el año 2023 padeció una de las tormentas más intensas y prolongadas de los últimos 44 años. Lamentablemente, en Chile hasta el día de hoy no existen sistemas observacionales que permitan generar alertas tempranas para precipitación que consideren incertidumbre y precisión del pronóstico a nivel local. Basado en la estrecha relación entre vapor de agua y precipitación, el presente trabajo explora el potencial uso de observaciones de vapor de agua para realizar pronósticos de precipitación. Para esto utilizamos observaciones GNSS Zenith Total Delay y datos de reanálisis ERA5 para derivar series de tiempo de columna de vapor de agua (CWV) a escala horaria en estaciones GNSS a lo largo de Chile y a distintas altitudes. Analizamos la variabilidad intra e interanual de CWV, su ciclo diario y su correlación con la variabilidad de precipitación (PP). Resultados preliminares indican que el vapor de agua muestra un comportamiento mensual no-estacionario a estacionario de norte a sur y una mayor magnitud y variabilidad en CWV en los meses de verano y otoño. Aunque la asociación entre CWV y PP es variable e influenciada por la altitud, existe potencial para utilizar CWV como información de entrada para un sistema de pronóstico de precipitación.

Grandes Eventos de Precipitación en Chile Centro-Sur y su Relación con la Intensidad y Duración del Transporte de Vapor de Agua

Raúl Valenzuela

Universidad de O'Higgins / Rancagua / Chile

René Garreaud; Departamento de Geofísica, Universidad de Chile.

Deniz Bozkurt; Departamento de Meteorología, Universidad de Valparaíso.

Sebastián Krogh; Departamento de Recursos Hídricos, Universidad de Concepción.

Diego Campos; Earth Sciences Department, Barcelona Supercomputing Center.

Lucía Scaff; Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción.

En 2023 Chile centro-sur vivió una de las más grandes tormentas de las últimas décadas. Múltiples inundaciones, en ocasiones de comunas enteras, además de cortes de camino y fallecimientos fueron producidos por un evento de precipitación observado entre el 22 y 25 de junio. Excediendo toda expectativa, un segundo evento de similar magnitud impactó nuevamente la zona centro-sur entre el 19 y 22 de agosto. En este trabajo caracterizamos climatológicamente estos eventos, examinando la magnitud en acumulación de precipitación a nivel de tormenta y su relación con el transporte de vapor de agua entre 1980 a 2023 a través de las siguientes preguntas: ¿cuántos eventos similares a los de 2023 con acumulación de 4 días se han observado con anterioridad? ¿cuán frecuente ocurren dos eventos similares dentro del periodo anual? ¿cómo se distribuye el gradiente orográfico de precipitación durante eventos extremos? ¿cómo escala la duración y magnitud del transporte integrado de vapor de agua en estos eventos? Usando datos ERA5 y mediciones pluviométricas entre 1980-2023, vemos que el evento del 22-25 de junio 2023 es comparable al del 19-22 de mayo de 2008. Estos dos eventos son los mayores en acumulación de 4 días con valores máximos hacia la cordillera cercanos a 600

mm. Destaca el hecho que solo el año 2023 muestra dos eventos de magnitud similar dentro del periodo anual. El gradiente orográfico de precipitación muestra que en la mayoría de las tormentas extremas de 4 días tiene un factor entre 2 y 4 de realce. Un ajuste de valor extremo (GEV) sobre la acumulación de 4 días máxima mensual indica que el periodo de retorno del evento de junio 2023 es de 100 años y que no hay una diferencia significativa en el ajuste considerando la tendencia global en aumento de temperatura. Por último, observamos que, considerando el 5% de meses con mayor precipitación de 4 días, los eventos desde el año 2000 muestran una tendencia a caracterizarse más por la duración que por la magnitud máxima del transporte de vapor. Estos resultados entregan una nueva perspectiva sobre la recurrencia de eventos extremos de precipitación en Chile centro-sur y abren la discusión sobre la necesidad de adaptar la actual escala de clasificación de Ríos Atmosféricos propuesto por Ralph et al. (2019) a la realidad nacional.

Río atmosférico trae calor y lluvia a la Península Antártica norte durante el invierno medio austral de 2023

Deniz Bozkurt

Universidad de Valparaíso / Valparaíso / Chile

Jorge F. Carrasco; Centro de Investigación Gaia Antártica, Universidad de Magallanes; Chile.

Raúl R. Cordero; Departamento de Física, Universidad de Santiago de Chile; Chile.

Francisco Fernandoy; Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Andrés Bello; Chile.

Álvaro Gómez-Contreras; Departamento de Geofísica, Universidad de Chile; Chile.

Benjamín Carrillo; Centro de Investigación Gaia Antártica, Universidad de Magallanes; Chile.

A diferencia de la extensa investigación sobre los ríos atmosféricos (RAs) de verano en la Península Antártica (PA), los impactos de los RAs invernales son menos conocidos. Este estudio examina un evento de calentamiento único del 1 al 3 de julio de 2023, utilizando observaciones invernales in situ y el reanálisis ERA5. El 2 de julio, la estación Frei experimentó un evento extremo de calor con una temperatura de 2.7°C y un aumento significativo en el nivel de congelación, coincidiendo con lluvias invernales. Un patrón de dipolo de presión sobre la PA, con circulaciones contrastantes sobre los mares de Bellingshausen y Weddell, facilitó un RA que transportó aire cálido y húmedo, inicialmente desde Sudamérica/Atlántico y luego desde el sureste del Pacífico. Este cambio resultó en una composición anómala de isótopos estables de agua en la precipitación. Las tendencias sugieren un fortalecimiento del dipolo de presión invernal, asociado con un aumento en la frecuencia de RAs y temperaturas más altas en el norte de la PA. Estos hallazgos subrayan la importancia de las observaciones invernales para explorar los impactos de los RAs, abordando las lagunas de conocimiento sobre el comportamiento de los RAs invernales.

Eventos meteorológicos extremos en Chile centro, sur y austral: ¿qué información práctica para su pronóstico podemos extraer de señales de variabilidad climática intraestacional?

Martín Jacques-Coper

Departamento de Geofísica, (CR)2, COPAS-Coastal, Universidad de Concepción / Concepción / Chile

La ocurrencia de diversos eventos meteorológicos extremos en Chile concita creciente interés social, debido –entre otros motivos– a sus potenciales impactos, sus causas y posibles formas de pronóstico, y su eventual relación con el cambio climático de origen antrópico. En esta contribución nos enfocamos en el rol que puede tener la variabilidad climática en la escala sinóptica-intraestacional (es decir, en escalas de pocos días a algunas semanas) en modular ambientes propicios para eventos meteorológicos extremos en Chile centro, sur y austral.

Mediante una síntesis de estudios realizados en los últimos años, describimos resultados científicos que contribuyen a generar un esquema sistemático de posibles relaciones causales entre forzantes, teleconexiones y diversos eventos meteorológicos extremos. En cuanto a forzantes, nos enfocamos particularmente en la Oscilación de Madden-Julian (MJO, el principal modo de variabilidad intraestacional tropical) y su posible interacción con fenómenos extra-tropicales. Específicamente, mostramos un marco conceptual para abordar el desarrollo de algunas olas de calor de verano y el desarrollo de índices de monitoreo, con ejemplos de su aplicación práctica a eventos concretos, como es el caso de floraciones algales nocivas en Chiloé en enero-febrero de 2021 y los incendios de la Región de Valparaíso en febrero de 2024. Además, con foco en el invierno en Chile central, abordamos resultados novedosos en torno a la modulación de heladas, olas de calor, y tormentas, incluyendo las que presentan condiciones potencialmente tornádicas. Finalmente, recalcamos oportunidades y limitaciones asociadas a aplicaciones de estos resultados, especialmente en el contexto de la generación de pronósticos y posibles alertas. En particular, discutimos el rol de la interacción entre la escala sinóptica y la intraestacional, y proponemos ideas para abordar este aspecto.

Variabilidad espacio-temporal de la isoterma 0 °C en Patagonia

Nicolas García

Centro de Estudios Científicos (CECs) y Universidad Austral de Chile (UACH) / Valdivia / Chile
Claudio Bravo; Glaciología y Cambio Climático, Centro de Estudios Científicos (CECs); [Chile]
Álvaro González-Reyes; Instituto de Ciencias de la Tierra (ICT), Facultad de Ciencias,
Universidad Austral; Laboratorio de Dendrocronología y Cambio Global, Universidad Austral;
Chile

Piero Mardones; Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP); Chile

La altitud de la isoterma de 0 °C (H_0), denota la altitud más baja dentro de la atmósfera donde la temperatura del aire alcanza 0 °C. Esta variable puede utilizarse como un indicador para la transición entre lluvia y nieve, haciéndolo útil para monitorear y visualizar la altitud de las temperaturas de congelación en la atmósfera. Estudiamos la variabilidad espacial y temporal de H_0 en la Patagonia (41°-54°S) desde 1959-2021 utilizando datos de reanálisis del ERA5, los cuales son validados con observaciones de radiosondas. Nuestros resultados indican que la isoterma 0 °C promedio en la Patagonia se encuentra a 1691 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.). La distribución espacial del campo anual medio destaca el contraste en la región, con un promedio máximo de 2658 m s.n.m. en el norte y un mínimo de 913 m s.n.m. en el sur. En cuanto a la variabilidad estacional en la región, H_0 varía de 575 m s.n.m. (invierno) a 3346 m s.n.m. (verano). Se estimaron tendencias anuales positivas y significativas durante el período que varían entre 8.8 y 36.5 metros por década, localizando los mayores valores en Patagonia noroeste.

Estas tendencias son más fuertes durante el verano (8-61 metros por década). Además, realizamos un análisis de funciones ortogonales empíricas (EOF) sobre las anomalías de H_0 . El primer modo de la EOF explica el 84% de la varianza total, representando una estructura monopolo centrada en el área noroeste. Este modo exhibe una correlación fuerte y significativa con el promedio espacial de anomalías H_0 ($r=0.85$), el Modo Anular del Sur (SAM, $r=0.58$), la temperatura a 850 hPa en el Pasaje de Drake ($r=0.56$) y la temperatura superficial del mar frente a la costa occidental de la Patagonia ($r=0.66$), subrayando el rol de estos factores en la influencia del perfil térmico vertical en la región.

SESIONES TEMÁTICAS MODALIDAD POSTER

Sesión: DOCA01 - Cambio Climático

Sesión: DOCA02 - Contaminación y química atmosférica

Sesión: DOCA03 - Desoxigenación e hipoxia

Sesión: DOCA04 - Estuarios y zonas costeras

Sesión: DOCA05 - Interacción Físico-Biológica

Sesión: DOCA06 - Interacción océano-atmósfera

Sesión: DOCA07 - Meteorología sinóptica y mesoescala

Sesión: DOCA08 - Oceanografía física regional

Sesión: DOCA09 - Oleaje y Tsunamis

Sesión: DOCA10 - Otros temas en Clima y Meteorología

Sesión: DOCA11 - Otros temas en Oceanografía física

Sesión: DOCA12 – Paleoclima

Sesión: DOCA13 - Variabilidad Climática

Sesión: DOCA01 - Cambio Climático

Evaluación de modelo climático regional basado en una red neuronal para representar la temperatura a 2m diaria sobre Chile subtropical

Tomas Caballero

CEAZA / La Serena / Chile

Katerina Goubanova; CEAZA; Chile

Antoine Doury; METEO-FRANCE; Francia

Pierre Nabat; METEO-FRANCE; Francia

Humberto Farías; Universidad de La Serena; Chile

Daniel Ortiz; Universidad de La Serena; Chile

En este trabajo utilizamos un emulador de un modelo climático regional de redes neuronales y arquitectura UNet, recientemente desarrollado y testeado en una región centrada sobre el sur de Francia (Doury et al., 2022), para evaluar su rendimiento al representar la temperatura a 2m diaria sobre el terreno complejo de Chile subtropical (26°S-34°S). La región de estudio exhibe fuertes gradientes climáticos asociados a la decreciente influencia del océano Pacífico desde costa hacia tierras interiores y los efectos topográficos de la cordillera de los Andes (6000 m.s.n.m.). El emulador es entrenado utilizando una simulación de 150 años del modelo climático regional CNRM-ALADIN configurado para la zona centro-norte de Chile a 12 km de resolución y forzado por el modelo climático global CNRM-ESM2-1 CMIP6 bajo los escenarios histórico y SSP5-8.5 entre 1950-2100. El rendimiento del emulador se evalúa utilizando una simulación con la misma configuración, pero para el escenario futuro SSP3-7.0 (2015-2100) y se compara con un método de reducción de escala (downscaling) basado en una interpolación simple con corrección de temperatura por altura. Los resultados muestran que el emulador es capaz de reproducir la variabilidad de alta resolución espacio-temporal y los cambios en la temperatura a 2m de la simulación del modelo climático regional sobre el terreno complejo de Chile subtropical, sin embargo, tiende a subestimar las temperaturas extremas, tanto frías como cálidas. En general, el rendimiento del emulador es más bajo a) en verano-otoño que en invierno-primavera, b) sobre montañas sobre los ~3000 m.s.n.m. y sobre una angosta franja costera, sugiriendo un rol importante de fenómenos regionales-locales (temperatura superficial del mar cercana a la costa, nubosidad baja costera, cobertura nival, entre otros) sobre la temperatura a 2m en estas temporadas/regiones.

Variación climatológica del Anticiclón Pacífico Sur y perspectivas ante el escenario futuro RCP 8.5

Daphne Lisbeth Arenas Yance

Universidad Nacional Agraria La Molina / Lima / Perú

Nelson Quispe; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología; Perú

Ricardo Passuni; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología; Perú

Este estudio analiza las variaciones en la climatología del Anticiclón del Pacífico Sur Oriental (APSO) durante los últimos 80 años y proyecta su comportamiento futuro bajo el escenario de emisiones RCP 8.5. El calentamiento global induce cambios en sistemas sinópticos como el APSO, afectando significativamente el clima regional, lo que hace crucial estudiar su posición e intensidad. Se utilizaron datos de reanálisis ERA 5 para los periodos de 1941-2020 (en intervalos de 30 años) y proyecciones de nueve modelos climáticos (ACCESS 1.0, HadGEM CC, BNU-ESM, CanESM2, CMCC-CM, CMCC-CMS, GFDL-CM3, NorESM1-M, NorESM1-ME) para el periodo 2031-

2100. Se identificó la posición del APSO localizando el valor máximo de la presión a nivel del mar en la región 40°S-25°S y 120°W-75°W. Se generaron mapas climatológicos, mensuales y estacionales, junto con gráficos de latitud vs. longitud para visualizar su desplazamiento. Un análisis de componentes principales (ACP) en modo T a las proyecciones de los nueve modelos reveló que, aunque el campo medio del APSO (primera componente principal) sigue siendo predominante, su frecuencia disminuye en favor de componentes que indican un desplazamiento hacia el sur y suroeste. Históricamente, el APSO se desplaza hacia el sur entre diciembre y febrero (DEF) y hacia el norte de junio a agosto (JJA), con un desplazamiento longitudinal hacia el oeste durante DEF y una proximidad mayor al continente en JJA. Bajo el escenario RCP 8.5, las proyecciones sugieren que, durante DEF, el APSO podría alejarse significativamente hacia el oeste (alrededor de 108°W), permitiendo la incursión de vientos cálidos del norte y un aumento en las olas de calor. En JJA, se espera que el APSO se acerque más al continente, intensificando y extendiendo zonalmente su núcleo.

Variabilidad espacial de las condiciones hidrográficas de verano y su relación con el zooplancton en Bahía Fildes, Península Antártica

Claudia Morales

Universidad de Valparaíso / Concón / Chile

Manuel Castillo; Universidad de Valparaíso; Chile

Mauricio Landaeta; Universidad de Valparaíso; Chile

Juan Hofer; Universidad Católica de Valparaíso; Chile

En las últimas décadas se ha registrado las tasas más altas de pérdida generalizada de la capa de hielo alrededor de la Península Antártica, lo que ha provocado un incremento del nivel del mar globalmente. Esto por la intensificación del flujo de intercambio de calor superficial entre la masa de hielo y el agua de mar, repercutiendo igualmente, en la circulación superficial y en la modificación de las propiedades de las masas de agua con la dispersión del agua del deshielo. De este modo, en el verano del 2020 y 2023 se llevaron a cabo mediciones físico-biológicas al interior de la bahía Fildes, ubicada en el Archipiélago de las Islas Shetland del Sur, las que consideraron el despliegue de CTDOF en 21 estaciones, con el objetivo de cuantificar la variabilidad espacial hidrográfica de la columna de agua y su relación con las estrategias del crecimiento del ictioplancton antártico. Asimismo, se efectuaron lances de red bongo de 300 micras con la finalidad de analizar la composición y abundancia de mesozooplancton. La variabilidad del viento del sector fue registrada en una estación meteorológica de la Dirección Meteorológica de Chile. Los resultados señalan un evidente y significativo aumento de 1°C en la temperatura del agua de mar y alcanzando salinidades relativamente bajas (33.7 gr/kg 1) principalmente en la capa superficial, por lo tanto, la densidad del agua disminuyó (26.8 kg/m³) para el 2023 respecto al 2020. Dado el avance del verano austral y el progresivo incremento de la temperatura superficial del mar es posible evidenciar el activo desprendimiento de trozos de glaciares, además de la contribución de agua fresca y de menor temperatura proveniente de pequeñas bahías y caletas desde el interior de bahía Fildes que modificarán la estructura vertical de la columna de agua al igual que, el aporte de aguas externas provenientes del Estrecho de Bransfield. Estos resultados nos permitirán evaluar la influencia de la estructura hidrográfica del sector con la distribución del zooplancton durante el verano austral de bahía Fildes.

Dimensionamiento de un Sistema Híbrido de Energías Renovables con almacenamiento de energía en forma de Hidrógeno

Ignacio Miguel Partarrieu Andrade
Universidad de Concepción / Concepción / Chile

La conexión eléctrica mejora la calidad de vida, pero alrededor del 8% de la población mundial aún carece de acceso adecuado, especialmente en comunidades insulares o remotas. Los Sistemas Híbridos de Energías Renovables (HRES) ofrecen una solución, proporcionando autonomía y reduciendo la dependencia de combustibles fósiles. Además, estos sistemas disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), apoyando la transición energética global. El carácter estocástico de las energías renovables requiere sistemas de almacenamiento para garantizar el suministro continuo. El hidrógeno es una opción limpia para el almacenamiento energético en los HRES debido a su nula emisión directa de GEI y su capacidad de ser transportable y comercializable. En el presente estudio se propone un algoritmo para optimizar el dimensionamiento de un HRES con almacenamiento de energía en forma de hidrógeno. Este algoritmo utiliza un método de optimización multiobjetivo para maximizar la confiabilidad y viabilidad económica, a partir de minimizar los índices de Probabilidad de Pérdida de Suministro (LPSP) y Costo Nivelado de Energía (LCOE). Seleccionar la mejor arquitectura de un HRES es necesario para minimizar los costos de instalación y operación, de esta forma podemos avanzar en una eventual transición energética encontrando soluciones económicamente factibles en el uso de diversas energías renovables.

Evaluación del Cambio Climático en la Región de Valparaíso: Proyecciones basadas en el escalamiento estadístico de simulaciones climáticas CMIP6 en el marco del Proyecto ENANDES

Alexandra Fuenzalida-Artigas

Dirección Meteorológica de Chile / Santiago / Chile

Ricardo Vásquez-Yáñez; Dirección Meteorológica de Chile; Chile

Claudia Villarroel-Jiménez; Dirección Meteorológica de Chile; Chile

Los modelos de Cambio Climático (CC) tienen una baja resolución espacial, la que restringe su uso regional en Chile, principalmente por su geografía, como en la Región de Valparaíso. Esta región se ubica entre 27°S–34°S y 109°O–70°O (considerando las zonas insulares) y se caracteriza por ser cordillerana, de valle, costera e insular, lo que complejiza su estudio de variabilidad climatológica. En sus islas, escasamente hay estudios sobre proyecciones de CC. Por consiguiente, se propone utilizar registros de estaciones meteorológicas de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y de la Dirección General de Aguas (DGA), productos del reanálisis ERA5 y proyecciones de CC del “Coupled Model Intercomparison Project, Phase 6” (CMIP6), así obtener proyecciones específicas para la región, tales como temperatura, viento, precipitación, entre otras. El objetivo es analizar los resultados de las simulaciones para el Proyecto “ENhancing adaptive capacity of ANDEan communities through climate Services” (ENANDES) y evaluar el impacto del CC mediante datos de forzantes meteorológicas, escaladas a la realidad regional. Se estiman eventos extremos de precipitación y temperatura, la altura de la isoterma cero y la intensidad del viento, por medio del escalamiento estadístico en tres zonas: región continental de Valparaíso, Isla de Juan Fernández y Rapa Nui. Se busca inferir acerca del cambio de dichos eventos, debido al forzamiento antropogénico que provocaría una mayor frecuencia de eventos extremos. En el escenario más crítico (SSP5-8.5), para 2030 se proyecta un incremento de temperaturas (+5°C) y una intensificación del viento (+0,2 m/s), mientras que para 2100 se estima una disminución en la precipitación total anual (-100 mm). Los resultados sugieren que los cambios están ocurriendo más rápido de lo esperado, también debido a la diversidad topográfica. Por ende, es crucial implementar medidas urgentes adaptadas a cada región para abordar efectivamente los efectos esperados del CC.

Una proyección del futuro de las olas de calor atmosféricas en Chile.

Jorge Petit-Laurent Sáez

Universidad Adolfo Ibáñez / Santiago / Chile

Cristian Martínez-Villalobos; Universidad Adolfo Ibáñez; Chile

Cristián Chadwick; Universidad Adolfo Ibáñez; Chile

Katerina Goubanova; CEAZA; Chile

Las olas de calor representan una amenaza para la salud humana, los servicios energéticos y los ecosistemas. En este estudio, utilizamos el recientemente desarrollado modelo de alta resolución ALADIN-CLIMATE para cuantificar los cambios proyectados en la intensidad, frecuencia y magnitud de las olas de calor en Chile durante este siglo bajo el severo escenario de calentamiento global SSP-585. Antes del análisis, todas las series temporales de temperatura se corrigieron por sesgo utilizando el método de mapeo de cuantiles imparcial (UQM).

Comparamos las características históricas y futuras de las olas de calor en algunas ciudades representativas (Temuco, Santiago y Copiapó), proyectando cambios en las distribuciones de probabilidad, frecuencia, intensidad y duración de las olas de calor bajo el cambio climático. En Santiago, por ejemplo, se proyectó que para 2080, la duración de la temporada cálida (definida en base al verano histórico), se extenderá desde finales de noviembre hasta inicios de abril (un incremento en su duración del 67%), por otro lado, para esta fecha la temporada fría habrá desaparecido. Esto contribuirá a que las olas de calor, entre los periodos 1980-2010 y 2050- 2080, incrementen en un 32%, alcanzando duraciones sobre los 50 días, intensidades de más de 8 grados sobre el P90 histórico y magnitudes integradas hasta 120% mayores. En este mismo periodo, se proyectó que la mayor ola de calor de cada año tendrá intensidades 18% mayores y magnitudes un 180% mayores. Finalmente, olas de calor más intensas que las mayores de cada año serán entre 6 y 8 veces más frecuentes.

Balance de energía en el norte de Chiloé: Variabilidad temporal y dependencia bio-meteorológica.

Nicolás Aylwin Bruzzone

Universidad de Chile / Santiago / Chile

Jorge Pérez Quezada; Universidad de Chile; Chile

Ricardo Muñoz Magnino; Universidad de Chile; Chile

Se analiza y compara el balance de energía de un bosque templado y una turbera en la "Estación Biológica Senda Darwin", Ancud, Chiloé, Región de Los Lagos, durante el periodo 2014-2023.

Utilizando datos de alta y mediana frecuencia del suelo, atmósfera y ecosistema, se calcularon flujos de energía y sustancias mediante el método de "Eddy Covariance" para evaluar el balance de energía en cada sitio. Se examinó la calidad del cierre del balance de energía utilizando el "Energy Balance Ratio" (EBR) y como esta varía con diversas correcciones metodológicas, como la corrección asincrónica de señal, de densidad, del "Bowen Ratio" y de rotación de coordenadas, entre otras. Asimismo, se estudió la variabilidad temporal del EBR y de los distintos flujos en ambos sitios, haciendo hincapié en los ciclos diarios, sinópticos, anuales, interanuales y en tendencias potencialmente vinculadas al cambio climático. En cuanto al flujo de dióxido de carbono, se determinó la capacidad de cada zona como fuente o sumidero de carbono. Además, se exploró la dependencia del EBR respecto a diversas variables bio- meteorológicas, buscando identificar su capacidad predictiva sobre la calidad del EBR. Dentro de las variables consideradas se incluyen: temperatura, precipitación, días soleados y lluviosos, energía cinética turbulenta, productividad ecológica y radiación fotosintéticamente activa, entre otras. Finalmente, se compararon los resultados en ambos sitios. Dado que ambos comparten la misma forzante climática, las diferencias observadas en la calidad del EBR y en las variables que mejor lo explican se atribuyen a las propiedades biológicas específicas de cada sitio.

CAMBIOS EN LOS EVENTOS EXTREMOS DE TEMPERATURA EN CHILE: CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE FORZANTES FÍSICAS

Ricardo Vásquez

Dirección Meteorológica de Chile / Santiago / Chile

Juan Pablo Boisier; CR2 - Universidad de Chile; Chile

Los eventos meteorológicos extremos son la forma más manifiesta mediante la cual la variabilidad climática afecta a las personas, ya sea en términos de salud, pérdidas económicas, daño a la infraestructura u otros impactos. Existe, por lo tanto, un gran interés en conocer con detalle el comportamiento de este tipo de eventos y su evolución a través del tiempo. En general, el aumento de la temperatura media global en aproximadamente 1.1 °C desde la era preindustrial ha intensificado los eventos de calor extremo y reducido los eventos fríos, pero este patrón varía significativamente según la región. En este trabajo se presenta una caracterización de cambios históricos en la frecuencia de eventos extremos de temperatura en Chile, y se estudian los mecanismos físicos directos que controlan estos cambios. El extremo cálido de la distribución de la temperatura máxima se está incrementando a una mayor tasa que la media en gran parte del país, con una mayor tendencia en verano, mientras que, en la temperatura mínima los cambios son más variables y menos intensos. No obstante, se observa una tendencia negativa en el extremo frío, principalmente en la zona sur. Se discuten las causas de estas tendencias en relación con cambios en el balance superficial de energía y en patrones regionales de circulación en la atmósfera baja.

Sesión: DOCA02 - Contaminación y química atmosférica

Caracterización y Atribución de Eventos de Contaminación para Fuentes Industriales de Compuestos Orgánicos Volátiles

Felipe Céspedes

Universidad de Chile / Santiago / Chile

Rodrigo Seguel; Universidad de Chile, CR2; Chile

La población de Concón, Quintero y Puchuncaví (CQP) ha sido afectada en reiteradas ocasiones por eventos de contaminación atmosférica. Uno de los principales responsables han sido los compuestos orgánicos volátiles (COVs), emitidos principalmente por industrias petroquímicas. En esta investigación se aborda el origen y comportamiento asociado a altos niveles de COVs en la zona de CQP. Para ello, por un lado, se utilizaron datos de hidrocarburos no metánicos (HCNM), velocidad y dirección de viento, para 5 estaciones de monitoreo ubicadas a lo largo de la bahía entre los años 2018-2023. Además, se realizó una campaña de mediciones con un instrumento PTR-MS-TOF y una estación de meteorológica automática, midiendo así las razones de mezcla de COVs específicos, dirección y velocidad de viento, entre otras variables. En cuanto al procedimiento, en primer lugar, se debió caracterizar el comportamiento general de HCNM en la zona de estudio, mostrando la variabilidad temporal y distribución espacial. Luego, se identificó qué es un evento de contaminación en términos de percentiles y variabilidad en la distribución de razones de mezcla de HCNM en estaciones de interés y su efecto en la salud de la población local. Por último, se debió realizar un estudio de caso en eventos ocurridos en la campaña de medición, atribuyendo su fuente de emisión en términos de los COVs identificados y su dirección-velocidad de viento. Las razones de mezcla de HCNM muestran que, aunque Quintero muestra niveles más altos, Concón está expuesto a un nivel medio mayor. Por otro lado, COVs industriales (furano, acetonitrilo, cresol, fenol) muestran una alta correlación y dirección-velocidad de viento común. Al momento se está trabajando en contar con más y mejores datos de HCNM y su afección en la población, además de la atribución de un evento en base al agrupamiento de correlaciones de COVs y su comportamiento.

Caracterización de compuestos orgánicos volátiles y su dispersión en la zona urbana de Concón

Nicole Zárate

Universidad de Chile / Santiago / Chile

Rodrigo Seguel; CR2 y Universidad de Chile; Chile

Se llevará a cabo una campaña de medición durante primavera de 2024 en Concón, con el objetivo de caracterizar compuestos orgánicos volátiles (COVs) para evaluar los niveles de concentración y exposición en la zona urbana. Para ello, se utilizarán dos instrumentos de medición de COVs: el PTR-TOF-MS y el GC-MS. Además, se empleará un SODAR para obtener perfiles de viento en altura y se complementará con datos meteorológicos de superficie de la red SINCA y una estimación del espesor de los contaminantes mediante un nefobasímetro. Entre los objetivos específicos de la investigación están: 1) Identificar y cuantificar los COVs en la zona de estudio utilizando el PTR-TOF-MS para obtener una caracterización detallada con alta resolución temporal. 2) Realizar una intercomparación de las mediciones entre el PTR-TOF-MS y el GC-MS para evaluar la incertidumbre asociada al PTR-TOF-MS y determinar su fiabilidad y precisión 3) Caracterizar los patrones de dispersión cerca de la superficie durante episodios de contaminación, estudiando el comportamiento de los vientos y el espesor de los contaminantes con base en las observaciones disponibles. Previo a la campaña primavera 2024 se realizará la calibración del instrumento PTR-TOF-MS, para verificar la precisión de los datos obtenidos. Para calibrar este dispositivo se utilizarán gases de calibración con 7 tipos de COVs, incluyendo BTEX. Esta técnica ayuda a cuantificar los errores asociados cuando se tienen bajas concentraciones de COVs, puesto que, en general, los errores más significativos están vinculados a bajas concentraciones de gases. Una vez pasada la campaña, se generarán series de tiempo de todos los instrumentos para identificar peaks de contaminación, además se realizará un análisis de correlación entre el PTR-TOF-MS y el GC-MS. Por último, los peaks encontrados serán estudiados analizando la dispersión y el espesor de los contaminantes utilizando el nefobasímetro y el SODAR.

Estudio de sensibilidad del ozono respecto de los isoprenos en Santiago: Una aproximación numérica

Alanis Páez

Universidad de Chile / Santiago / Chile

Laura Gallardo; Universidad de Chile; Chile

El ozono es un gas de efecto invernadero que en la tropósfera se origina por reacciones fotoquímicas, por ende, su concentración depende de forma no-lineal de la existencia e interacción de sus precursores: los óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (COV). La Norma Primaria de Calidad del Aire para ozono como concentración de 8 horas es de 61 ppbv, que en la Región Metropolitana ha sido continuamente excedida a lo largo de los años, mayormente durante el verano y en la zona oriente de la región. El trabajo de Urbina 2024 determinó que el inventario de emisiones de Santiago subestima los COVs en torno a un orden de magnitud, con un enfoque en los COVs de origen antropogénico. Sus resultados parecen indicar que el precursor que falta modificar para que el modelo pueda capturar los máximos de ozono en la cuenca de Santiago, es el isopreno, un COV de origen biogénico (COVB), es decir, emitido por la vegetación, y que es ampliamente conocido por ser muy reactivo y eficiente en la formación de ozono tanto a nivel regional como global (Squire *et al.*, 2015). Así, surge el proyecto de tesis titulado: “Estudio de sensibilidad del ozono respecto de los isoprenos en Santiago: Una aproximación numérica”, y posee como finalidad inferir el rol de la emisión biogénica del isopreno en la fotoquímica de Santiago, más aún, considerando el contexto de cambio climático y sus repercusiones en la vegetación. Por ejemplo, el trabajo de Lin et al. 2020 evidencia cómo el estrés hídrico puede, por una parte, disminuir la captación de ozono por la vegetación y, a su vez, aumentar la emisión de COVB, generando que el ozono se acumule más en la tropósfera. De esta forma, el trabajo busca realizar una simulación con el modelo de química y transporte EMEP-MSC sobre Santiago y realizar estudios de sensibilidad, modificando en base a las observaciones, la cobertura de suelo, temperatura, y otras posibles variables asociadas, para analizar el rol y peso del isopreno en las concentraciones de ozono en Santiago.

Sesión: DOCA03 - Desoxigenación e hipoxia

One Deep Breath: Physical Mechanisms Driving Ventilation In North Patagonia- Guafo Mouth And Puyuhuapi Fjord Cases

Camila Paz Sola Hidalgo, Manuel Castillo, Iván Pérez Santos, Marcela Cornejo
Universidad de Valparaíso / Viña del Mar / Chile

Changes in ocean dissolved oxygen (DO) dynamics are a significant consequence of climate change. Global warming increases surface water temperatures, reducing DO solubility and weakening ocean ventilation. This increases stratification, disrupting deep water formation and promoting oxygen depletion in marine environments. Human activities also exacerbate oxygen loss. Ocean ventilation is critical in redistributing nutrients and gases, supporting vital biogeochemical cycles such as the carbon cycle. This process regulates the ocean's capacity to absorb carbon dioxide and heat, making it crucial for climate regulation. In the eastern South Pacific (ESP), the oxygen minimum zone (OMZ) diminishes southward along the Peru–Chile coastline as it approaches the Patagonian fjords. Hypoxic waters from the Equatorial Subsurface Water (ESSW) enter the fjords through the Guafo mouth, impacting local DO levels. Recent studies highlight the dynamic nature of deep ventilation in Patagonian fjords, suggesting a periodic mechanism promoting oxygenation despite persistent hypoxia. The question arises: what physical mechanisms drive ventilation processes in northern Patagonia, and how do they affect oxygen dynamics? The hypothesis is that wind intensity and variability in the northern Patagonian fjords enhance downwelling processes, leading to improved ventilation of deeper waters and increased dissolved oxygen levels during seasonal transitions. To address the gaps in understanding these ventilation processes' spatiotemporal variability and physical mechanisms, our study utilizes ERA5 reanalysis climate data (2016–2023) to analyze wind stress and Ekman dynamics. By examining this time series along with temperature, salinity, DO, and marine currents from ADCPs and CTDO profiles, we aim to quantify the drivers of ventilation. This comprehensive analysis will provide deeper insights into the processes influencing DO levels in Guafo Mouth and Puyuhuapi Fjord. Preliminary results indicate a seasonal pattern of rising oxygen levels in late winter, possibly linked to the influence of low atmospheric pressure systems and associated downwelling, reinforcing the hypothesis. Further analysis of winter patterns is necessary to confirm this relationship and understand how these atmospheric and oceanographic dynamics increase mixing and DO levels.

Masas de Aguas, Turbulencia y Flujos de Oxígeno en las Aguas Oceánicas Exteriores a los Fiordos de la Patagonia

Iván Pérez-Santos

Centro i-mar, Universidad de Los Lagos / PUERTO MONTT / Chile

P. Linford Center for Oceanographic Research COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Chile.)

P.A. Díaz Centro i-mar de la Universidad de los Lagos, Puerto Montt, Chile. CeBiB, Universidad de Los Lagos, Casilla 557, Puerto Montt, Chile.

L. Farías, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Concepción, Chile., Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), Concepción, Chile. Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile.

G. Saldías Center for Oceanographic Research COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Chile. Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera (SECOS), Santiago, Chile. Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile.

En las aguas oceánicas exteriores a los fiordos de la Patagonia (41°-56° S) convergen las masas de aguas del Sistema de Corrientes de Humboldt provenientes del Ecuador y las del Sistema de Corriente del Cabo de Hornos de origen Antártico y Subantártico. Entre estas masas de Agua se destaca la Ecuatorial Subsuperficial (AESS) conocida por transportar aguas con bajo contenido de oxígeno disuelto y altas concentraciones de nutrientes inorgánicos por la capa subsuperficial, junto a valores elevados de salinidad. Por otro lado, y moviéndose en sentido contrario al AESS, se registra la influencia de las aguas oxigenadas subantárticas (ej., Agua Subantártica, ASAA y el Agua Intermedia Antártica, AIAA). Durante febrero y marzo del 2024 se realizó el crucero CIMAR 29F que permitió el estudio de las aguas oceánicas exteriores a la Patagonia desde el cañón de Chacao (41.4°S) hasta el Cabo de Hornos (57°S). En total se realizaron 26 estaciones oceanográficas que permitieron coleccionar muestras de agua desde la superficie hasta los 1500 m. En cada estación se utilizó un CTDO SBE-19 plus para la colecta de datos hidrográficos y para el estudio de la turbulencia se utilizó un microperfilador modelo VMP-250 equipado con sensores de cizalle, temperatura, conductividad, oxígeno, turbidez y fluorescencia. Mientras, las muestras de agua se coleccionaron con Roseta en niveles estándares. Entre los principales resultados se destacó el avance del AESS pasando el Golfo de Penas. Sin embargo, las aguas con condición de hipoxia (menores a 89 $\mu\text{mol L}^{-1}$) fueron observadas en las cabeceras de los cañones de Chacao y Cucao entre los 50 m y 250 m, presentando igualmente altos valores de salinidad típicos del AESS (34.5 gkg⁻¹). Al sur del Golfo de Penas y hasta la región de Cabo de Hornos los valores de oxígeno disuelto fueron altos en toda la columna de agua (250-300 $\mu\text{mol L}^{-1}$), especialmente en Cabo de Hornos. En general, la disipación de la energía cinética turbulenta ($\epsilon=10^{-9}$ - 10^{-7} Wm⁻²) y el coeficiente de difusividad diapicno ($k_z=10^{-5}$ - 10^{-4} m² s⁻¹) fueron bajos en las estaciones de océano abierto. Mientras,

en la boca de los cañones Chacao y Cucao y en la plataforma de Cabo de Hornos los valores de σ_t y k_z fueron altos en las capas intermedias y cerca del fondo debido principalmente a la fricción con el lecho oceánico. Lo anterior, junto a salidas del modelo MERCATOR serán discutidos en profundidad. Finalmente, este crucero representa la primera experiencia nacional e interdisciplinar que cubre la zona oceánica (2000 km) adyacente al sistema de fiordos y permitirá entender procesos bio-oceanográficos de mayor escala.

Estudio de Calidad del Agua en base a un modelo semiempírico de Oxígeno Disuelto en Fiordo Quitralco, Región de Aysén.

Javiera San Martín Parra

Instituto de Fomento Pesquero / Castro / Chile

Elías Pinilla; Departamento de Medio Ambiente, Instituto de Fomento Pesquero, Castro, Chile;
Department of Civil and Environmental Engineering, University of Maine, ME, USA

Camila Soto-Riquelme; Departamento de Medio Ambiente, Instituto de Fomento Pesquero, Castro, Chile.

En este estudio se utiliza un modelo semiempírico de oxígeno disuelto (OD) como base para el análisis de calidad de agua en la Patagonia Chilena, utilizando como caso de estudio Fiordo Quitralco, Región de Aysén; dada la alta correlación del OD con parámetros biogeoquímicos y físicos esenciales para la salud del ecosistema, además de su viabilidad para ser modelado numéricamente en diferentes escalas. Para la generación del modelo, se utilizó el módulo MIKE ECO Lab el cual fue acoplado al modelo hidrodinámico de alta resolución MIKE 3 en la Región de Aysén. A partir de sus resultados, se construyó un índice de calidad de agua (ICA), que tiene como objetivo identificar el estado de vulnerabilidad del sistema sometido a actividades antropogénicas como la acuicultura, de acuerdo a los rangos de oxígeno disuelto establecidos por el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA). El ICA es calculado a partir de la transformación numérica del modelo de oxígeno disuelto, mediante la aplicación de una función de curva de calificación, entregando puntajes en una escala de 0 a 100 (de vulnerable a óptimo), en donde se evalúa la capa más cercana al fondo, de acuerdo al criterio establecido por el RAMA. Los resultados obtenidos muestran una alta vulnerabilidad de la calidad del agua en Quitralco, que aumenta exponencialmente hacia la cabeza del fiordo

Sesión: DOCA04 - Estuarios y zonas costeras

Circulation in the Guafo Mouth: the gateway to northern Patagonia

Lauren Ross

Universidad de Maine / Maine / Estados Unidos

Iván Pérez-Santos 2,3,4. 2. Centro i^rmar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile

3. Center for Oceanographic Research COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Chile

4. Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Coyhaique, Chile

Pamela Linford. Center for Oceanographic Research COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Chile

Patricio A. Díaz 2,5.

5. CeBiB, Universidad de Los Lagos, Casilla 557, Puerto Montt, Chile"

The research presented here characterizes circulation patterns and variability in the Guafo Mouth, the primary connection between the Pacific Ocean and the Fjords and channels of Northern Chilean Patagonia, to help inform ocean-fjord exchange in this ecologically and economically important area. In-situ measurements of current velocities, salinity, temperature, dissolved oxygen, and nutrients have been collected for over two years at point measurements in the channel. These data, along with companion numerical model output and reanalysis data, provide parallel evidence of subtidal flows driven by a combination of barotropic and baroclinic pressure gradients and Coriolis, indicating a geostrophic balance. Depending on the sign of the barotropic pressure gradient, the barotropic flow either augmented (when positive) or opposed (when negative) the gravitational circulation produced by horizontal density gradients density and, in certain cases, produced subtidal outflow throughout the water column. Temporal variability of the current velocities was driven by changes in sea level at ~ 35 d and ~ 50 d, linked to coastal trapped waves forced by the Madden Julian Oscillation. This variability has implications for the ocean-nord exchange of dissolved oxygen and nutrients, which are critical to the health of the Patagonian nords. Near-bottom waters with high nutrient content and low dissolved oxygen are advected in-channel when the crest of the coastal trapped wave is at the coast of Northern Patagonia due to enhanced subtidal inflows. These results highlight the importance of understanding the periodicity and amplitude of remotely forced coastal trapped waves to estimate ocean-nord exchange in Patagonia and beyond.

Covariabilidad entre el viento del Sur y la nubosidad baja a lo largo de la costa centro-norte de Chile

Álvaro Gustavo Gómez-Contreras

Departamento de Geofísica, Universidad de Chile / Santiago / Chile

Lucas Glasner; Orlando Astudillo; Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas; Chile

Laura Fernández Díaz; Universidad de Playa Ancha; Chile

José A. Rutllant; Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, Departamento de Geofísica Universidad de Chile; Chile

La zona costera del centro-norte de Chile está dominada por una capa de estratocúmulos que influyen en el balance de energía sobre la franja costera y el océano adyacente. Esto modula el ciclo diario de los vientos favorables a la surgencia costera, como se ha documentado en Tongoy y Punta Lengua de Vaca. La hipótesis es que el despeje de la nubosidad aumenta la intensidad de los vientos del sur en la tarde. Este estudio examina esta covariabilidad utilizando registros meteorológicos del Faro Punta Panul entre 2016 y 2023. Los resultados preliminares indican que, en verano, los días completamente despejados presentan velocidades máximas de 10.7 m/s, mientras que los días con nubosidad baja solo en la mañana alcanzan un máximo de 6.7 m/s. En invierno, los días despejados registran vientos máximos de 8.3 m/s, comparados con los 7.7 m/s de aquellos con nubosidad baja matutina. La primavera muestra los vientos más intensos, puesto que los días despejados alcanzan un máximo de 11.1 m/s, frente a los días con nubosidad matutina, que llegan hasta los 8.1 m/s. Pruebas estadísticas no-paramétricas muestran que las distribuciones de los vientos máximos del sur son significativamente diferentes entre días despejados, días con nubosidad baja en la mañana y días completamente nublados. Al contrario, los días con nubosidad únicamente en la tarde no presentan diferencias significativas en comparación con las demás categorías analizadas. Estos resultados sugieren que la ausencia de nubosidad baja en la mañana potencia los vientos del sur en las tardes despejadas. Se planea incorporar datos satelitales y otras estaciones meteorológicas costeras para comprender mejor este fenómeno y su relación con el calentamiento global, especialmente en proyecciones de cambios en los vientos favorables a la surgencia en regiones subtropicales de costa occidental.

Dinámica física de un sistema Patagónico con presencia de hipoxia; Golfo Almirante Montt

Camila Soto Riquelme

IFOP / Castro / Chile

Elías Pinilla; Department of Civil and Environmental Engineering, University of Maine, ME, USA

El Golfo Almirante Montt (GAM) es un sistema estuarino semicerrado en la región de Magallanes con una limitada conexión al océano debido a su intrincada línea de costa y constricciones batimétricas. Este sistema ha registrado zonas de hipoxia en aguas profundas. Dentro de la Patagonia se han identificado que los principales contribuyentes a la hipoxia son: la estratificación de la columna de agua, el consumo de oxígeno disuelto, la baja ventilación por presencia de microcuencas, la advección de Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y actividades antropogénicas. Este trabajo explora la dinámica física que gobierna el sistema, a través de la combinación de datos in situ de campañas oceanográficas durante los años 2023-2024, y un modelo de edad del agua (ATLAS, chonos.ifop.cl), para comprender los factores que contribuyen a la hipoxia. Los resultados revelan que los principales forzantes en GAM son; agua dulce y viento, los cuales presentan el mismo patrón energético en el ciclo anual, con sus máximas magnitudes en los meses de primavera -verano- y mínimos en invierno. Por otro lado, la amplitud de onda de marea al ingresar a GAM es atenuada un 88 % debido a constricciones en canales de conexión, por lo que no es un factor dominante. GAM es un sistema altamente estratificado a lo largo del año, con valores de anomalía de energía potencial de 600 Joule m en promedio, máximos de 1500 Joule m y mínimos de 14 Joule m en áreas someras. Los valores de número de gradiente de Richardson fueron >1 . En regiones profundas, la energía superficial se disipa, llevando a estas áreas a un estado de aislamiento y/o estancamiento. Las escalas de tiempo de intercambio de agua al interior de GAM muestran valores de edad del agua ~ 1000 días, donde los valores más altos se relacionan con las zonas hipóxicas de aguas profundas.

Forzantes Asociados a la Variabilidad Estacional de Masas de Agua en el Mar Interior de Chiloé.

Rosana Cárdenas

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Vera Oerder; Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Instituto Milenio de Oceanografía; Chile

Andrés Sepúlveda; Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción; Chile

Odette Vergara; COPAS, Universidad de Concepción; Chile

Tomas Berger; Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; Chile

Bruno Herrera; Instituto Milenio de Oceanografía; Chile

El Mar Interior de Chiloé (MIC), ubicado al sur de Chile, comunica con el Océano Pacífico a través de la Boca del Guafo (BG). Las características de las aguas (temperatura, salinidad, nutrientes, etc) que entran al MIC dependen del origen de las masas de agua y afectan el ecosistema marino. La trayectoria recorrida por las masas antes de entrar (y, por ende, su origen) depende en particular de los forzantes atmosféricos locales y de la circulación oceánica de gran escala, los cuales presentan fuertes variaciones estacionales. Por lo tanto, es de esperar que las características de las masas de agua entrando al MIC presente fuertes variaciones estacionales. En este trabajo, buscamos evaluar estas variaciones, identificando el origen de las masas de aguas y relacionándolas con el ciclo estacional de las condiciones oceánicas y atmosféricas. Para ello se analizarán los resultados de un modelo regional oceánico a $1/72^\circ$ de resolución forzado por un modelo atmosférico a 4.5 km de resolución. Estudiamos las características de las aguas presentes en la BG en dos temporadas contrastadas con el fin de entender su procedencia y relacionarlas con la variabilidad estacional de los forzantes oceánicos. Para estudiar el papel de las mareas se comparan 2 simulaciones, una incluyendo las mareas y otra sin mareas. Durante los meses de verano en la BG hay remanentes de Agua Ecuatorial Subsuperficial ($33.8 > \text{g kg}^{-1}$ y $\sim 8.8^\circ\text{C}$), mientras que en invierno hay mayor remanente de Agua Subantártica ($33\text{-}33.8 \text{ g kg}^{-1}$ y $\sim 10.7^\circ\text{C}$). La principal hipótesis es que, en la zona oceánica adyacente predomina la surgencia durante el verano favoreciendo el ingreso de Agua Ecuatorial Subsuperficial hacia el MIC. Mientras que, durante el invierno, el hundimiento favorece flujos de agua hacia el oeste, saliendo del MIC, esto provoca un mayor porcentaje de remanentes de Agua Subantártica.

Influencia de la apertura mecanizada de una desembocadura sobre la propagación de la onda de mareas en un estuario pequeño

Camila Bastías

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Maricarmen Guerra, Raúl Flores, Rodrigo Cienfuegos, Universidad de Concepción / Concepción / Chile

En las costas mediterráneas micromareales dominadas por oleaje energético se encuentran con frecuencia pequeños estuarios caracterizados por descargas de agua dulce que varían estacionalmente. Estos estuarios tienden a ser morfológicamente muy dinámicos siendo común la presencia de una barra de sedimentos en su desembocadura. Estas barras suelen seguir un ciclo periódico natural de apertura y cierre de su boca otorgándoles el nombre de estuarios de apertura y cierre intermitentes (IOCE, por sus siglas en inglés). El cierre de la desembocadura produce el estancamiento del agua dentro de la zona estuarina, empeorando su calidad. Además, la barra evita que el río pueda descargar libremente sus aguas al océano durante crecidas, lo que aumenta el riesgo de inundación en las zonas aledañas. Cuando estos estuarios no se abren de forma natural con el aumento del caudal se debe recurrir a una apertura mecanizada, que consiste en abrir artificialmente la barra de sedimentos utilizando retroexcavadoras. Sin embargo, no existe en nuestro país un protocolo establecido para ello. En este trabajo se implementa, calibra y valida un modelo hidráulico en un IOCE ubicado en Cáhuil, Chile, con el fin de evaluar la influencia de escenarios de apertura mecanizada de la desembocadura sobre la propagación de la onda de marea y el agua marina hacia aguas arriba del estuario. Luego, se simularon 15 escenarios considerando tres aperturas de distinto tamaño y ubicación en combinación con distintos caudales. Los resultados indican que la respuesta hidrodinámica dentro estuario cambia de acuerdo a la ubicación y geometría de la apertura. Se determinó cual es la apertura más eficiente considerando aquella que permite una evacuación más rápida del agua fluvial frente a una crecida de 2 años de periodo de retorno, lo que reduce el riesgo de inundaciones. Esta apertura también permite restablecer el comportamiento mareal de forma más rápida que otras alternativas luego de una crecida. Trabajo futuro evaluará la mezcla dentro del estuario y la propagación de agua salada hasta las Salinas de Cáhuil, ubicadas 4 km aguas arriba de la desembocadura.

Sesión: DOCA05 - Interacción Físico-Biológica

Variabilidad Hidrográfica en la Patagonia Norte Chilena y su Impacto en la Distribución de Pequeños Pelágicos, entre 2014-2024

Cristián Henríquez-Pastene

Instituto de Fomento Pesquero / Valparaíso / Chile

Javier Legua, Víctor Catasti, Jorge Castillo Jairo Gutiérrez, Adrián Ibieta, Manuel Rojas, René Vargas; Departamento de Evaluaciones Directas, Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso; Chile.

Alejandro Cárdenas; Departamento de Gestión de Muestreo. Instituto de Fomento Pesquero. Aysén; Chile

La Patagonia Norte Chilena (PN), se extiende desde el Mar Interior de Chiloé (MIC) hasta Aysén, sosteniendo un importante ecosistema pelágico. Entre 2014-2024 durante otoño, el Instituto de Fomento Pesquero ha evaluado mediante hidroacústica, la abundancia de las especies de peces pelágicos que sostienen la pesquería, como la Sardina Austral (*Sprattus fuegensis*), la Anchoveta (*Engraulis ringens*) y la Sardina Común (*Strangomera bentincki*), además de las condiciones bio- oceanográficas que sustentan el ecosistema. Estos estudios han descrito la composición y distribución espacial de los cardúmenes, revelando diferencias notables: la Sardina Austral domina en el sector occidental de Los Lagos (región insular) y en Aysén, la Sardina Común en la región insular y el sector oriental de Los Lagos (región cordillera), y la Anchoveta en la región cordillera, evidenciando la compleja interacción entre el ambiente y los recursos marinos. Se recopilaron aproximadamente 150 perfiles verticales de temperatura y salinidad, tomados cada metro en Los Lagos y Aysén, durante campañas simultáneas con un total de 80 días realizadas entre abril y mayo. Con estos datos, se calcularon las estadísticas descriptivas para la columna de agua entre la superficie y los 100 metros de profundidad. Además, se incorporaron datos ambientales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y clorofila obtenidos de modelos globales diarios. También se consideraron datos de densidad acústica por especie, con una tasa de muestreo de 512 microsegundos por bin, integrados cada media milla náutica. Finalmente, se aplicó un análisis de funciones ortogonales empíricas a los perfiles hidrográficos, un análisis wavelets para obtener las series regionales filtradas, y un análisis de correlación entre las señales obtenidas y las estimaciones hidroacústicas de abundancia. Los análisis exploratorios revelaron la influencia oceánica en el MIC sobre los 100 metros, con aguas estuarinas en el sector cordillera sobre los 10 metros. En Aysén, el flujo oceánico está restringido por constricciones batimétricas, lo que sumado a la capa superficial de agua dulce permite un flujo de dos capas. Durante 2024, los perfiles en Aysén exhibieron una masa de agua estuarina a <30 metros, con picnoclinas en 5 y 20 metros. Además, se identificó Agua Modal Subantártica entre 30-100 metros y en algunos perfiles más profundos

se registraron valores oxígeno de ~ 1.4 ml/L a 125 metros, consistentes con la mínima de oxígeno y el Agua Ecuatorial Subsuperficial. Estas características oceanográficas determinan la distribución y la composición del ecosistema pelágico. Palabras claves: Distribución Acústica de Especies, Variables Ambientales, Patagonia Norte Chilena.



faren Facultad de Recursos
Naturales Renovables



**Consorcio
de Universidades
del Estado de Chile**



COMITÉ
OCEANOGRÁFICO
NACIONAL - CHILE
CONA

Contribución de la niebla al mantenimiento de los Bosques de Zapallar

Jorge Herrera

Pontificia Universidad Católica de Chile / Santiago / Chile

Camilo del Río; Pontificia Universidad Católica de Chile; Chile

Felipe Lobos; Pontificia Universidad Católica de Chile; Chile

Patricio Pliscoff; Universidad de los Andes; Chile

En zonas áridas, semiáridas y mediterráneas la niebla es indudablemente un contribuyente al balance hídrico de los ecosistemas que habitan estos climas. Sin embargo, se desconoce si su aporte es una contribución directa de agua al sistema o bien es inhibidor de una de sus salidas; la evaporación. Asumiendo lo primero, este estudio se enfoca en entender el aporte hídrico que la niebla costera proporciona a ecosistemas hídricamente complejos, como los bosques costeros mediterráneos. En este contexto, nuestro objetivo es caracterizar, cuantificar y evaluar el rol de la niebla en el balance hídrico de un bosque costero típico, como los Bosques de Zapallar, el cual está compuesto por marcadas unidades vegetacionales. Mediante una ecuación simple de balance hídrico ($\Delta S = Et - (P + F)$) caracterizamos los elementos fundamentales, como el almacenamiento hídrico (S), la evapotranspiración (Et), la precipitación (P) y la niebla (F). De esta manera se considera tanto las entradas como las salidas de agua en el ecosistema. Para caracterizar dichos elementos utilizamos datos de termómetros de suelo (TMS-4) Standard Fog Collector (SFC), estación meteorológica, y para complementar se usa datos satelitales del sensor MODIS para los datos de Et además se utilizan datos del satélite GOES para caracterizar el alcance de la niebla. Con el fin de cuantificar la captación de niebla por parte de las unidades vegetacionales, se utilizará modelación matemática con el modelo AMARU el cual estima la cantidad de agua líquida en el aire y la eficiencia de su colección. Nuestro propósito es mediante la incorporación de la modelación de niebla en la ecuación de balance hídrico, poder estimar la cantidad de agua que colectan las distintas unidades vegetacionales. Finalmente, para evaluar los resultados de la modelación realizaremos un experimento *insitu* para medir la colección de agua del dosel del bosque utilizando pluviómetros análogos. Esperamos que este estudio amplíe nuestro entendimiento de las dinámicas de los bosques y su relación con la niebla.

Sesión: DOCA06 - Interacción océano-atmósfera

La Oscilación de la Madden-Julian como principal forzante en los eventos extremos de marzo 2015

Álvaro Gustavo Gómez-Contreras

Departamento de Geofísica, Universidad de Chile / Santiago / Chile

Los Modelos de Circulación General de la Atmósfera y el Océano enfrentan dificultades para simular la intensidad y propagación de ondas tropicales intraestacionales, como la Oscilación Madden-Julian (OMJ). Episodios intensos de esta oscilación están asociados con eventos extremos en el Pacífico Sur Oriental, como la precipitación en Atacama y la ola de calor en la Península Antártica (PA) en marzo de 2015. Dada la dificultad de reproducir una OMJ realista en simulaciones atmosféricas forzadas con temperaturas oceánicas observadas, se propuso generar calentamientos oceánicos artificiales consistentes con una OMJ de fase 7, similar a la ocurrida en dicho periodo. Se realizaron experimentos con el modelo CESM2 en su configuración atmosférica, introduciendo anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) que variaron entre 0.5 y 7 °C en el Pacífico Central. El objetivo fue aislar el impacto de la intensidad de la OMJ en la cadena de eventos extremos. Los resultados indican que la teleconexión generada por la OMJ de fase 7-8 incrementó la advección de humedad tropical hacia latitudes altas, afectando al sur de Chile y a la PA (dependiendo de la intensidad del calentamiento). Bajo los escenarios más intensos, se observó un aumento de 2 °C en la temperatura superficial sobre la Antártica. Los sistemas de circulación clave, como la alta de bloqueo a 500 hPa sobre el Pasaje de Drake y la baja segregada frente a la costa norte de Chile, fueron reproducidos en todos los escenarios, aunque sin intensificarse significativamente. El modelo no replicó con precisión las características locales de los episodios extremos, como la precipitación en el norte y las altas temperaturas en la Antártica, posiblemente debido a su baja resolución (~1°). Sin embargo, logró reproducir con éxito las condiciones sinópticas y de gran escala en el Pacífico Sur Oriental durante el período de estudio.

Variabilidad interanual de la temperatura superficial del mar en el Océano Pacífico Tropical y su relación con las temperaturas del aire en Chile centro y sur durante la primavera austral

Priscila Parra

Universidad de Chile / Santiago / Chile

Diego Campos; [Earth Sciences Department, Barcelona Supercomputing Center España

Roberto Rondanelli; Departamento de Geofísica, Universidad de Chile; Chile

Juan Quintana; Sección Meteorología Agrícola, Dirección Meteorológica de Chile; Chile

Las interacciones acopladas entre el océano y la atmósfera durante el fenómeno de El Niño Oscilación del Sur (ENSO) constituyen la principal fuente de variabilidad climática interanual a nivel global. Si bien, su impacto en la precipitación en Chile es ampliamente conocido, los extremos de temperatura han recibido una atención limitada, por lo que resulta crucial profundizar en su comprensión. Este estudio analiza cómo el calentamiento anómalo de la temperatura superficial del mar en el Pacífico central y oriental afecta las temperaturas máximas y mínimas durante la primavera austral en la zona centro y sur de Chile, con el objetivo de comprender los mecanismos físicos que modulan su relación simultánea con El Niño/La Niña de tipo CP (Pacífico central) y EP (Pacífico oriental). Para ello, se definió un índice estacional de temperaturas basado en el primer componente principal de las anomalías estandarizadas en cuatro zonas: zona central-costa (ZC-C), zona central-interior (ZC-I), zona sur-costa (ZS-C) y zona sur-interior (ZS-I). Los índices C y E de Takahashi (2011) fueron empleados para clasificar la intensidad y tipo de El Niño. Esta investigación se enfoca en las anomalías frías de temperatura máxima, que ocurren con más del 50% de frecuencia en eventos de El Niño CP en localidades interiores y superan el 60% durante El Niño EP. Los resultados revelan un patrón dipolar zonal en las temperaturas máximas asociado al calentamiento atípico del Pacífico central: anomalías cálidas en ciudades costeras y frías, pero más intensas en el interior. En el sur del país, esta relación es inversa y leve, intensificándose hacia el interior. Un patrón similar se observa con El Niño EP. Para identificar estructuras sinópticas, se aplica un análisis de clúster a días particularmente fríos y cálidos, lo que proporciona información detallada sobre patrones de circulación asociados complementando el análisis estacional.

Modelación hidrodinámica de las finas estructuras atmosféricas en la Patagonia Norte de Chile

Manuel Levicoy

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso / Quillota / Chile

Vera Oerder; Instituto Milenio de Oceanografía, Fundación San Ignacio de Huinay y departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción; Chile.

Tomas Berger; Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; Chile.

Bruno Herrera; Instituto Milenio de Oceanografía, Universidad de Concepción; Chile.

Oswaldo Artal; Departamento de Ingeniería en Obras Civiles, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad de la Frontera; Chile.

Andrés Sepúlveda; Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción (UDEc), Casilla 160-C; Chile.

La Patagonia Norte de Chile alberga ecosistemas marinos únicos, como los fiordos patagónicos, que presentan un gran interés oceanográfico. Esta región se encuentra sometida al estrés del cambio climático y a la intensa actividad acuícola. Los fiordos patagónicos y la salmonicultura se han mostrado altamente sensibles a la variabilidad de las condiciones oceánicas. La capa de superficie oceánica es directamente afectada por las condiciones atmosféricas (vientos, flujos de calor y agua dulce). En las observaciones de temperatura superficial del Mar Interior de Chiloé se ha observado un gradiente meridional térmico. Pero debido a la alta cobertura de nubes que presenta esta región, no permiten estudiar este proceso a fondo. Las hipótesis planteadas que podrían explicar este proceso son la surgencia costera impulsada por el bombeo de Ekman y la mezcla vertical. Para estudiar este tipo de fenómenos, se utilizan modelos numéricos de alta resolución. Sin embargo, debido a la compleja geografía, las simulaciones oceánicas de alta resolución requieren forzantes atmosféricos de alta resolución. Con el fin de poder representar de manera correcta las pequeñas estructuras atmosféricas, en este trabajo se utilizó el modelo atmosférico (WRF) con una resolución de 4,5 km para forzar el modelo oceánico regional (CROCO) con una resolución de 1,3 km. Se realizaron dos simulaciones oceánicas, una simulación de referencia (REF) y una simulación filtrada (FILT). FILT es idéntica a REF con la excepción de que los forzantes atmosféricos (procedentes de WRF a 4,5 km) han sido filtrados. Comparamos estas simulaciones con observaciones para validar los forzantes atmosféricos y el modelo oceánico.

Financiamiento: Proyecto Fondecyt de Iniciación 11221193. Fondecyt Regular 1211230. Esta investigación fue parcialmente apoyada por el HPC OCÉANO (FONDEQUIP N° EQM170214) y por la infraestructura de supercomputo del NLHPC (CCSS210001).

Modelación de la respuesta de la capa de mezcla del Mar Interior de Chiloé a eventos de baja presión

Bruno Herrera

Instituto Milenio de Oceanografía (IMO) / Concepción / Chile

Vera Oerder; Instituto Milenio de Oceanografía (IMO), Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción; Chile.

Tomas Berger; Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso; Chile.

Manuel Levicoy; Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso; Chile.

Rosana Cárdenas; Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción; Chile.

Andrés Sepúlveda; Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción; Chile.

El norte de la Patagonia (40°S - 47°S) es muy importante por su biodiversidad única en el mundo. Además, en esta zona se concentra un 92% de la productividad de la industria acuícola de Chile (CONICYT 2007). Debido a su carácter único, esta región se ve particularmente afectada por los cambios en su dinámica a consecuencia del cambio climático. La variabilidad de condiciones en la dinámica de esta zona puede traer consecuencias económicas significativas para la industria acuícola del país. Un ejemplo, en 2016, la floración algal nociva mató más del 12% de la producción chilena de Salmón (Apablaza et al., 2017). En esta región, la variabilidad del viento es dominada por el paso de Sistemas de Baja Presión Atmosférica (SBPA). Estos eventos están asociados con vientos fuertes, precipitaciones y pérdida de calor en el mar. Pese a que el impacto de los SBPA en el Mar Interior de Chiloé haya sido poco estudiado, un evento de floración de fitoplancton fue reportado asociado a un SBPA (Montero et al., 2017), sugiriendo que estos eventos pueden afectar los ecosistemas. En este trabajo, buscamos evidenciar los cambios de temperatura y salinidad generados en el Mar Interior de Chiloé ocurridos durante dos eventos SBPA en dos estaciones contrastadas (verano/invierno). Para aquello se utiliza el modelo regional oceánico CROCO (Shchepetkin and McWilliams, 2005), con una resolución de 1/72°, forzado con reanálisis Mercator GLORYS y salidas del modelo atmosférico WRF. También se incorporan aportes de agua dulce del producto FLOW del instituto de Fomento Pesquero (IFOP), basado en el modelo hidrológico VIC (Variable Infiltration Capacity; Artal *et al.*, 2020).

Impactos de la diversidad de eventos El Niño en las teleconexiones oceánicas y atmosféricas del Pacífico Suroriental

Nataly Antipil

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Oscar Pizarro; Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Concepción, Concepción; Instituto Milenio de Oceanografía; Chile.

Carlos Conejero; Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales (LEGOS), Toulouse; France.

David Carrasco; Instituto Milenio de Oceanografía; Chile.

Las interacciones océano-atmósfera en los trópicos tienen un profundo efecto en el clima de la Tierra. Entre ellas destaca El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). El ENOS resulta de interacciones acopladas aire-mar que tienen lugar en el Pacífico Ecuatorial, pero que alternan los patrones climáticos a escala global; tiene un ciclo semiperiódico de 2 a 7 años al acoplarse con diferentes modos de variabilidad. Así, los fenómenos ENOS extremos son cada vez más frecuentes y perturban cada vez más los ecosistemas en el contexto del cambio climático. A pesar de los importantes avances en la teoría, modelación y predicción del ENOS, la comprensión de su diversidad y complejidad espacio temporal, así como sus impactos en el Pacífico Suroriental sigue siendo un reto importante. En este trabajo se analizan las teleconexiones oceánicas y atmosféricas que modulan la variabilidad de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región del Pacífico Suroriental (PSO) frente a Chile, reconociendo la diversidad de los eventos ENOS. Particularmente, a través de una simulación regional usando el modelo CROCO, se estudian los patrones de TSM y los términos de balance de calor, contrastando así el aporte de las teleconexiones oceánicas –mediante advección y entrainment– y las teleconexiones atmosféricas –a través de flujos de calor aire-mar. Este análisis se realiza para distintos tipos de ENOS definidos a partir de los índices E (eventos del Este) y C (eventos Centrales), que permiten estudiar la diversidad del ENOS. Este análisis permitió diagnosticar distintos procesos responsables de la variabilidad de la TSM asociada al ENOS, aportando así al entendimiento de la estructura de teleconexiones y su impacto en el PSO.

Sesión: DOCA07 - Meteorología sinóptica y mesoescala

Análisis de los patrones de viento en Chile Austral

Diana Pozo

Universidad de Valparaíso / Valparaíso / Chile

Jorge Arévalo; Universidad de Valparaíso; Chile

Pablo Andrade; Universidad de Valparaíso; Chile

Ana María Córdova; Universidad de Valparaíso; Chile

Los regímenes de viento en la zona Austral tienen un alto grado de relevancia sobre la operatividad de puertos y actividades marítimas. Una mejor comprensión de estos patrones de viento permite tomar mejores decisiones y mejorar el pronóstico. El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar los patrones de viento a gran escala y su variabilidad temporal en la zona Austral de Chile ($40^{\circ}\text{S} - 58^{\circ}\text{S} / 79^{\circ}\text{W} - 64^{\circ}\text{W}$) para mejorar nuestra capacidad de predecir y mitigar las amenazas a la seguridad relacionadas con la navegación. Los campos de viento de ERA5 (1970- 2019) se agruparon mediante una combinación de técnicas de Self Organizing Maps y k-Means para identificar patrones predominantes. Se utilizaron compuestos para cada grupo de presión, temperatura y vientos a nivel del mar para identificar las condiciones sinópticas asociadas. En este análisis se destaca la complejidad de los patrones de viento en el área de estudio. El acoplamiento de la circulación anticiclónica sobre el Pacífico sureste con las circulaciones ciclónicas alrededor de la Antártida es esencial para canalizar los vientos del NW-W a través del área principalmente durante la primavera-verano y los vientos intensos del W que ocurren durante todo el año. Los vientos intensos del NW en las zonas costeras durante el invierno se corresponden con sistemas de baja presión que ingresan al continente; mientras las condiciones estables de viento más débil ocurren en presencia de una zona de alta presión extendida principalmente en invierno y otoño. El análisis de tendencias a lo largo de 50 años, utilizando regresiones lineales y la prueba de Man Kendall sugiere un cambio hacia patrones de vientos intensos y más frecuentes.

Temporal variability of the 0°C isotherm height over the coast of the Biobío Region (36.4°S), Chile: characterization and case studies

Camila Quijada-Meza

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Martin Jacques-Coper; Universidad de Concepción, Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia, Centro de Investigación Oceanográfica COPAS Coastal; Chile

René Garreaud; Universidad de Chile, Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia; Chile

Simone Schauwecker; Suiza

We analyze inter-annual, monthly, synoptic, and sub-daily variability aspects of the 0°C isotherm height (H0), using ERA5 reanalysis (H0_ERA5), observations and estimates, over the coastal area of Biobío, Chile (36.4°S, 73°W). This region lacks radiosonde based H0 measurements, but here we use hourly H0 observation onboard aircraft (H0_AMDAR) taking off and landing at Carriel Sur International Airport (SCIE, 36.78°S, 73.05°W) for the period 2017-2019. We validate H0_ERA5 using H0_AMDAR ($R^2 = 0.97$, RMSE = 97.15 m), which reveals an excellent performance of ERA5 in resolving observations. H0 varies throughout the year with a maximum in January (~4270 m) and a minimum in August (~2500 m). Then, we estimate H0 based on Micro Rain Radar (H0_MRR) data available acquired at the Atmospheric River Observatory in Concepcion for 2022 with high vertical (every 100 m from 100 to 2500 m and every 250 from 2500 to 6000 m) and temporal (every 2 min) resolution. In particular, we use vertical profiles of fall velocity and reflectivity of hydrometeors during precipitation events. Fall velocity increases on average from ~2.2 m/s to ~3.8 m/s within 300 m just below H0, revealing melting hydrometeors. Hence, it is possible to determine the height of the melting layer (also known as the bright band), which, in turn, enables the estimation of H0_MRR precipitation storms. During these events, and H0_MRR shows a fair agreement with H0_ERA5 ($R^2 = 0.48$). Particularly in winter, this region is exposed to hydrometeorological events caused by mid-latitude synoptic activity. Atmospheric rivers are responsible for up to ~50% of the total annual rainfall, and some cases might induce extreme precipitation. Therefore, three precipitation events are described from a synoptic perspective to highlight the concomitant evolution of H0.

Fuentes y transporte de humedad asociados con aluviones de verano en la ladera occidental de Los Andes subtropicales (29°S-34°S)

Charlie Opazo

Departamento de Geofísica, Universidad de Chile; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) / Santiago / Chile

Felipe Matus; Departamento de Geofísica, Universidad de Chile - Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2); Chile

Roberto Rondanelli; Departamento de Geofísica, Universidad de Chile - Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2); Chile

Antonio Maldonado; Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA); Chile

José A. Rutllant; Departamento de Geofísica, Universidad de Chile - Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA)

La ocurrencia de aluviones en la ladera occidental de Los Andes subtropicales (29°S-34°S) durante el periodo estival asociada a precipitaciones intensas de carácter convectivo, destaca en el seno de la estación lluviosa en la ladera oriental de Los Andes. En el marco de un estudio sobre las condiciones meteorológicas que gatillan estos eventos en la ladera occidental de Los Andes subtropicales se identificaron 9 episodios de aluviones estivales con afectación en varias cuencas de la zona de estudio entre 1980 y 2023. De estos episodios, 4 han sido preliminarmente asociados a ríos atmosféricos y 5 a lluvias convectivas de verano. Los compuestos meteorológicos de escala sinóptica de estos episodios, obtenidos preliminarmente del reanálisis NCEP-NCAR, muestran: una anomalía anticiclónica de bloqueo sobre las Malvinas entre 850 y 300 hPa; anomalías negativas zonales de IVT al este de Los Andes; anomalías positivas de agua precipitable sobre la zona de estudio; y en general, vientos débiles en 200 hPa sobre la región de estudio. Para identificar la contribución de distintas fuentes de humedad, se llevó a cabo un estudio del episodio ocurrido entre el 7 y el 9 de febrero de 2013. Para este análisis, se utilizaron retrotrayectorias generadas con el modelo Hysplit y datos de ERA5. Este análisis permitió la identificación de parcelas de aire con alto contenido de humedad arribando a la zona de estudio entre 3 y 5 km de altitud. Estas parcelas provienen desde 3 direcciones principalmente: desde el Pacífico, desde la ladera oriental de Los Andes y desde la costa norte de Chile.

RELACIÓN ENTRE LOS RÍOS ATMOSFÉRICOS Y EL GRADIENTE OROGRÁFICO DE PRECIPITACIÓN EN LAS REGIONES DE BIOBÍO Y ÑUBLE (~36°S)

Ernesto González

Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción & (CR)2 / Concepción / Chile

Lucía Scaff; Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción; Chile

Martín Jacques-Coper; Departamento de Geofísica & (CR)2, Universidad de Concepción. Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental COPAS Coastal, Universidad de Concepción; Chile

Los ríos atmosféricos (RAs) son largos y angostos flujos de humedad que se extienden por miles de kilómetros y se concentran en la troposfera baja (primeros 3 km). Dependiendo de su intensidad y duración, estos eventos pueden ser beneficiosos para los ecosistemas por el aporte hídrico o peligrosos por las grandes cantidades de precipitación que potencialmente provocan inundaciones y pérdidas millonarias en infraestructura. Los RAs aportan aproximadamente al 50% de la precipitación anual en Chile. El presente estudio se enfoca en las regiones de Biobío y Ñuble (~36°S) y aborda la distribución zonal de precipitación de eventos zonales e inclinados de RAs, los eventos zonales presentan un anticiclón al norte que domina desde las costas de Chile hasta ~110°W mientras que los inclinados presentan una baja cerrada que produce un flujo del noroeste hacia las costas de Chile. Para ello, se analiza específicamente el gradiente orográfico de precipitación (GOP), que relaciona el cambio promedio de la precipitación en función de la elevación. Mientras que los eventos zonales generan mayor precipitación orográfica en la Cordillera de los Andes y un mayor GOP, los eventos inclinados intensifican la precipitación a lo largo de la costa y un menor GOP. Para el periodo 1990-2019, se usaron datos de 24 estaciones meteorológicas distribuidas desde la costa hasta la cordillera entre 36-37°S para obtener eventos extremos diarios (>p95) de precipitación. Complementariamente, se utilizan datos del reanálisis ERA5 para calcular el transporte integrado de vapor de agua (IVT) y el ángulo de impacto; además, se obtiene el número de Froude con la finalidad de analizar la eficiencia del bloqueo que genera la Cordillera de los Andes ante ambos eventos.

Caracterización de eventos prolongados de nieblas y nubosidad baja en el valle central de Chile

Gonzalo Campos Marín

Universidad de Chile / Santiago / Chile

Ricardo Muñoz M. - Universidad de Chile - Chile

En los valles de la zona central de Chile, en especial en los valles de la región del Maule (entre los 34,5°S y los 36,5°S), se registran jornadas en los meses de otoño e invierno donde la nubosidad baja permanece sobre la zona durante gran parte del día, provocando bajas temperaturas en superficie. Mediante el análisis del producto Cloud Top Temperature, derivado de GOES 16, se determina para el período de 2020 a 2023 la frecuencia en que suceden estos eventos prolongados, distinguiendo aquellos episodios asociados al ingreso de estratos costeros de los caracterizados únicamente por presentar nieblas en los valles interiores. Para efectos del análisis, se establece que una nube baja es aquella que, según la información satelital, tiene una temperatura de tope igual o superior a -5 °C. De los resultados obtenidos en esta etapa, se confirma que la mayor cantidad de eventos con mayor cobertura territorial se localiza en la región del Maule, distinguiéndose nueve jornadas en los cuatro años estudiados que cumplen el hecho de presentarse solamente en los valles interiores, concentrándose en los meses de mayo a agosto. A partir de aquello, se realiza un análisis sinóptico de estas jornadas, contrastando lo observado en superficie y en altura con lo observado en días que la región se encuentra con cielos mayormente despejados. Por otro lado, en mayo de 2023, se observa un episodio caracterizado por presentarse tres jornadas consecutivas con nieblas persistentes de gran cobertura territorial, que es analizado en más detalle, usando información de estaciones meteorológicas en superficie y datos de altura de base de la nube, permitiendo caracterizar el perfil termodinámico presente bajo condiciones idealizadas.

Caracterización del Jet de Barrera para el Año 2022.

Sebastián Villalón;
Ricardo Muñoz;
DGF, Universidad de Chile, Chile

El jet de barrera es una intensa corriente de viento con un componente norte predominante ubicado en la zona centro-norte de Chile en la troposfera media-baja. Se supone que el origen de esta condición dinámica corresponde al forzamiento topográfico ocasionado por la cordillera de los Andes provocando que parcelas de aire con viento del oeste sean deflectadas hacia el sur y, por lo tanto, originando viento con componente norte. En el presente estudio se han caracterizado rasgos generales asociados al jet de barrera, como su ciclo anual, distribución espacial, magnitudes típicas del viento y algunos estadísticos como números adimensionales (Froude) para sus factores dinámicos.

En cuanto al conjunto de datos utilizados corresponden a datos del reanálisis ERA5 y radiosondeos de Santo Domingo y Antofagasta, los cuales han sido procesados con herramientas como CDO y Python.

Sesión: DOCA08 - Oceanografía física regional

La Influencia del Cañón Submarino Margarita en la Intrusión de UCDW en la Plataforma Continental adyacente

Sofía Palacios

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Gonzalo Saldías; Universidad del Bío-Bío; Chile

Andrea Piñones; Universidad Austral de Chile; Chile

Octavio Mercado; Centro COPAS; Chile

Pedro Figueroa; Universidad del Bío-Bío; Chile

La masa de agua Upper Circumpolar Deep Water (UCDW) desempeña un papel crucial en el transporte de calor y nutrientes en el Océano Austral, influyendo en la estabilidad de las capas de hielo antárticas y contribuyendo al cambio climático global (e.g. Moffat y Meredith, 2018). Este estudio investiga cómo el cañón submarino Margarita, situado en la Bahía Margarita de la Península Antártica Occidental, afecta la intrusión de la UCDW en la plataforma continental. Utilizando un modelo numérico en el Regional Ocean Modeling System (ROMS) de alta resolución, se analiza la dinámica de la intrusión de la UCDW y su impacto en la región. La hipótesis principal es que el cañón Margarita actúa como un canal que facilita la entrada de la UCDW en la plataforma, aumentando el intercambio de agua y calor. La topografía de un cañón submarino es clave en la generación de corrientes ascendentes en eventos intensos de surgencia costera. Estos efectos topográficos a través del cañón Margarita promoverían un aumento en el transporte de la UCDW hacia la plataforma continental adyacente, favoreciendo la mezcla vertical y el transporte de nutrientes. Los resultados preliminares muestran que la UCDW intruye a través de la boca del cañón Margarita, principalmente en la ladera norte, a profundidades mayores de 200 m, con temperaturas superiores a 1.5 °C y salinidad de hasta 34.68 PSU. Estos hallazgos destacan la importancia del cañón submarino en la dinámica de circulación oceánica y el transporte de masas de agua en la región, proporcionando una visión más profunda sobre los mecanismos que regulan estos procesos de transporte de aguas relativamente cálidas hacia la zona costera de la Península Antártica Occidental.

Coastal Trapped Waves Propagation and Modal Structure along the Chilean Coast

Sophia Nativí

Universidad del Biobío / Concepción / Chile

Gonzalo Saldías, Universidad del Biobío, Chile

Este estudio examinó la propagación de las Ondas Atrapadas a la Costa (CTWs) a lo largo de la costa chilena, empleando datos in situ junto con modelos numéricos. Los resultados indicaron que las CTWs se generan y se propagan a lo largo de la plataforma continental, siendo influidas por factores como la topografía y la estratificación de la columna de agua. A través del análisis de wavelet, se detectaron bandas de baja frecuencia, con períodos entre 20 y 50 días, así como otras de mayor frecuencia, alrededor de los 10 días. La velocidad de fase de las CTWs, se estimó a través del análisis de series de tiempo entre estaciones de nivel del mar, observando variabilidad de esta a lo largo de la costa chilena, conforme a los cambios topográficos y latitudinales. Además, se observó que la estructura modal de las CTWs es compleja, presentando diferentes modos de propagación que dependen de la topografía de la plataforma y la estratificación de la columna de agua. Los hallazgos de este análisis respaldan la idea de que la propagación y la estructura modal de las CTWs en la costa chilena están fuertemente moduladas por las características morfológicas y oceanográficas de la región. Sin embargo, las discrepancias observadas con respecto a la teoría lineal sugieren que es necesario considerar efectos no lineales y la interacción compleja entre las CTWs y la topografía costera para entender plenamente estos procesos.

The 2023 coastal El Niño off Peru

Boris Dewitte CEAZA / La Serena / Chile

Cristian Martínez-Villalobos; Universidad Adolfo Ibáñez; Chile

Iván Almendra; CEAZA; Chile

There are instances of intense ocean warming off the coast of Peru, even when the entire tropical Pacific remains in a near-neutral state or is slightly cooler than normal. These events have been called coastal El Niño due to the fact that their impacts are comparable to that of the most intense El Niño events at basin scale. The last event of that type took place in the late Austral summer of 2023 which magnitude surpassed that of earlier occurrences. This event was also unique in that a rare unorganized tropical cyclone (Yaku cyclone) developed a few months prior to its peak in the far eastern equatorial Pacific, which brought widespread damage in Peru. Here we investigate the processes associated with the evolution of this event based on observations and a Reanalysis product. The event initiated end of February 2023 off Piura (5°S) in association with intense easterlies originating from the Caribbean Sea that fed northerlies from the Isthmus of Panama. These northerlies were associated with an overall weakening of the upwelling-favorable winds along the coast of Peru which was further reinforced in March by intense westerlies around 8°S. These westerlies are shown to have contributed to vertical mixing expanding the initial warming westward, which favored the growth of the event through enhancing on-shore geostrophic flow and reducing mean upwelling. The large-scale conditions that may have favored the development of the westerlies in March are discussed.

El sistema de pronóstico operativo CEAZAMAR: un nuevo servicio operativo centrado en los procesos océano/atmósfera frente a la zona centro- norte de Chile.

Josse Contreras Rojas, Orlando Astudillo, Boris Dewitte
CEAZA / La Serena / Chile

La zona costera del norte-centro de Chile (38°S-18°S) alberga uno de los entornos marinos más productivos del mundo. La surgencia de aguas frías y ricas en nutrientes, impulsado por los vientos superficiales predominantes hacia el ecuador, la permanente influencia de la variabilidad tropical y de latitudes altas y la presencia de una zona mínima de oxígeno poco profunda, la convierten en una región altamente expuesta a eventos extremos, lo que requiere el diseño de un sistema de alerta temprana para apoyar la toma de decisiones y mitigar los impactos negativos de estos eventos. Con ese objetivo, se ha implementado un servicio operativo de diagnóstico/pronóstico en el CEAZA, basado en modelos numéricos regionales de alta resolución para el océano/atmósfera, configurados para la zona costera de la región de Coquimbo. El sistema utiliza los modelos CROCO y WRF, ambos con resolución de 3 km, para reducir la escala de productos oceánicos y meteorológicos a corto plazo de sistemas operacionales globales. El sistema oceánico ha sido evaluado en modo de hindcast durante el período 2007-2023, con un enfoque en sitios de interés socio-ecológico y en áreas con observaciones in situ disponibles. También presentamos un análisis de la evolución de una ola de calor marina persistente, simulada por nuestro sistema, que tuvo lugar frente a las costas de Chile central durante 2016/2017. Esta ola de calor, conocida como El Niño chileno, precedió los peores incendios forestales registrados en la historia de Chile. Se realizó un análisis del balance de calor tanto en el reanálisis utilizado como condición de borde, como en el modelo regional, para evaluar el comportamiento del sistema en términos de procesos y analizar el sesgo de la temperatura superficial del mar (SST) durante este evento extremo. Adicionalmente, se presentarán los pasos previstos para el desarrollo y mejora del sistema de pronóstico.

Evolución del Evento El Niño 2023-2024 en la Región Norte de Chile

Rosalino Fuenzalida Fuenzalida, Edgardo Santander Pulgar, Luis Silva Castro Laboratorio de Oceanografía, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat, Iquique. Chile.

Jorge Oliva López, Ulises Parker Pereira Centro de Investigación Aplicada del Mar, Iquique. Chile., Centro de Investigación Aplicada del Mar, Iquique. Chile.

Durante las últimas cuatro décadas, las predicciones del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) han sido cuestionadas debido a la discrepancia entre los índices oceánicos y atmosféricos y los pronósticos, especialmente al determinar las fases iniciales y finales de algunos eventos ENOS. Este estudio analiza la evolución del evento El Niño 2023-2024 en la zona norte de Chile. Para evaluar este evento, se utilizan dos índices clave del seguimiento de ENOS para el período 1990-2024: el Índice Oceánico Niño (ONI) y las temperaturas en la región El Niño 1+2. Estos índices permiten clasificar los eventos como Débil, Moderado, Fuerte y Muy Fuerte (Fuente: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>). Los datos se comparan con observaciones del Centro Nacional de Datos Hidrográficos y Oceanográficos de la Armada de Chile (CENDHOC), que proporcionan información sobre las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) y el nivel medio del mar (NMM) en la zona costera del norte de Chile, incluyendo Arica, Iquique y Antofagasta. También se incorporan datos de temperatura, en la columna de agua, de cruceros oceanográficos del Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM) para 2015-2023 a 3 y 5 millas náuticas (mn) y datos satelitales de la TSM para las mismas localidades (Fuente: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>), para el periodo 2003 y 2024. Las anomalías de TSM en la costa de Arica-Iquique-Antofagasta muestra anomalías térmicas positivas significativas, destacando los eventos El Niño 1991-92, 1997-98, 2015-2016 y 2023-2024. Este último está en fase de declinación desde febrero de 2024. En contraste, los eventos El Niño 1994-1995, 2002- 2003, 2004-2005, 2006-2007, 2009-2010 y 2018-2019 mostraron anomalías positivas leves ($< 1,0^{\circ}\text{C}$), indicando condiciones levemente cálidas. En cuanto al NMM, se observan anomalías positivas más consistentes en Iquique, mientras que en Arica y Antofagasta no se detectan anomalías significativas. Las anomalías de TSM satelital a 5 y 40 mn y en estaciones costeras in situ muestran patrones similares. En diciembre de 2023, El Niño 2023-2024 estaba en desarrollo, pero para febrero de 2024, ya se encontraba en declinación. La variación de la temperatura a 3 y 5 millas náuticas frente a Arica, Iquique y Mejillones revela un hundimiento notable de las isothermas durante los eventos El Niño, particularmente la isoterma de 15°C , que marca la base de la termoclina en la región. Dada la extensión de la serie, se observan los eventos El Niño 2015- 2016 y la evolución de El Niño 2023-2024. Históricamente, los eventos El Niño han sido intensos en la zona norte de Chile, pero actualmente se manifiestan con menor intensidad, posiblemente debido a la intensificación de la corriente de Humboldt, que afecta su

manifestación, intensidad y duración. Se sugiere que futuros eventos ENOS podrían no seguir patrones regulares debido al cambio climático.

Efecto de la marea en sicigia y cuadratura en las variaciones diarias de la Zona de Mínimo Oxígeno en el sistema de surgencia de la bahía de Mejillones (23° S), norte de Chile

Tomás de la Cruz Pacheco

Universidad Católica de Valparaíso / Valparaíso / Chile

Se analizó la distribución vertical de las características oceanográficas y biogeoquímicas de la bahía Mejillones (23° 05' S; 70° 45' W), ubicada al norte de Chile en el Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH), con un centro de surgencia costera caracterizado por una alta productividad primaria y bajas concentraciones de oxígeno disuelto en aguas subsuperficiales, asociadas a la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO; < 1mL/L) cuyo ascenso a capas superficiales influye en los ciclos biogeoquímicos y la disponibilidad de nutrientes. Respecto a la comparación de dos periodos con diferente ciclo de marea, el periodo del 11 y 12 de marzo de 2015 en marea de cuadratura y el periodo del 31 de marzo y 1 de abril de 2022 en marea de sicigia. Se estudió la variabilidad de la concentración de clorofila-a respecto a la marea. Se tomaron muestras de alta frecuencia, cada 3-4 horas en ambos muestreos, utilizando en cada lance un CTD-O modelo SeaBird 19+ para la caracterización oceanográfica y botellas Niskin para recolectar muestras de agua de manera discreta, en diferentes profundidades (5, 10, 20, 30, 40, 50, 70 y 80 m) para analizar gases de efecto invernadero, nutrientes y clorofila-a. Al comparar ambos periodos mediante análisis PCA y ANOVA, se encontraron diferencias significativas diarias en la columna de agua, respecto a los ciclos de marea, en los valores de temperatura, oxígeno disuelto, nitrato, nitrito, fosfato y óxido nítrico, relacionado a la ubicación del límite superior de la ZMO (isolínea de O₂ de 1 mL/L). En el periodo de 2015, el límite superior de la ZMO presentó una mayor variación respecto a su localización en la columna de agua, entre 18 y 54 m, a diferencia del periodo de 2022, entre 10 y 14 m. Se observó una mayor concentración de nutrientes y clorofila-a en el periodo de 2022, mientras que, en 2015, fueron menores.

Dinámica del transporte submareal a través de la Boca del Guafo: conectando el océano abierto y el Mar Interior de Chiloé

Valentina Mundaca

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Vincent Echevin

Odette A. Vergara

Oswaldo Artal

Héctor H. Sepúlveda

El Mar Interior de Chiloé (MIC, 41-47°S) desempeña un rol esencial en los fiordos Patagónicos conectando a las masas de agua de origen oceánico con aquellas provenientes de los fiordos a través de la Boca del Guafo (BG; ~43.8°S). La circulación oceánica en esta región es compleja, debido a la influencia de la batimetría, la morfología costera y diversos procesos oceanográficos y atmosféricos, tanto locales como de mesoescala, que generan condiciones biofísicas únicas. Su dinámica está regida por los flujos de agua dulce, el viento y la mezcla turbulenta, siendo esta última inducida principalmente por el viento y las mareas. Durante la temporada productiva del verano austral, el MIC intercambia grandes cantidades de calor, sal, oxígeno disuelto y nutrientes con el Océano Pacífico a través de la BG. Estos flujos impulsan la productividad del MIC, la cual es modulada por las mareas, un forzamiento de alta frecuencia generalmente no considerado en los modelos de circulación para estimar los flujos de intercambio. En este trabajo, evaluamos los flujos de entrada, salida, masa neta y nutrientes a través de la BG utilizando un modelo regional de alta resolución (2,7 km). Este modelo se evaluó frente a observaciones hidrológicas in situ, y se cuantificaron los impactos del forzamiento de las mareas en las corrientes y transportes. Nuestras estimaciones se comparan con modelos que presentan mayor resolución y con otros que no han sido forzados con mareas. Además, empleamos un modelo de derivadores Lagrangianos para estudiar el origen de las masas de agua que ingresan al MIC. Encontramos que, aunque la simulación realizada representó adecuadamente las masas de agua, sobreestimó las corrientes de marea. Por otro lado, el modelo Lagrangiano indicó que las masas de agua que transitan desde el océano abierto hacia el MIC a través de la BG se originan, principalmente, en la región oceánica Sur.

Propagación de Ondas Atrapadas a la Costa en el Sistema de Corrientes de Humboldt (SCH) y su relación con variables biofísicas

Primer Autor: Juan Rojas

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Odette A. Vergara

Vincent Echevin

El Sistema de Humboldt (SCH) es una de las zonas más productivas del mundo. Uno de los factores más estudiados y responsables de la alta productividad, es la surgencia generada por el viento. Sin embargo, otros procesos que no han sido considerados en profundidad también pueden influenciar la productividad biológica, destacando entre estos, las Ondas Atrapadas a la Costa (OACs). Las OACs se generan debido al arribo de Ondas de Kelvin Ecuatoriales (OKEs) en el Pacífico ecuatorial que, al impactar el continente, forman ondas atrapadas que viajan paralelas a la costa hacia el sur, y en teoría favoreciendo (en el caso de ondas costeras de afloramiento) la surgencia de nutrientes hacia aguas someras. Como resultado, se promueve (o atenúa en el caso de ondas costeras de hundimiento) el crecimiento del fitoplancton. El objetivo de este trabajo es evaluar el rol de las OACs en el SCH y su influencia en las variables biofísicas. Para analizar esta relación, se utilizaron datos físicos (nivel del mar y temperatura) y biogeoquímicos (clorofila, nutrientes) de COPERNICUS extendiéndose desde 2°N a 40°S y entre 91°O y 69°O, y desde los años 1997 a 2018. Se identificaron diferentes periodos en los que ocurrieron OKEs analizando las anomalías del nivel del mar en la región ecuatorial. Luego, evaluamos la propagación de estas ondas hacia las costas chilenas y analizamos su impacto en las condiciones biofísicas. Nuestros resultados muestran que las OACs de “downwelling” (con anomalías positivas del nivel del mar) se asocian con anomalías negativas en la concentración de clorofila y nutrientes. Adicionalmente se observan anomalías positivas en la temperatura. Por otro lado, las OACs de afloramiento (con anomalías negativas del nivel del mar) inducen efectos contrarios. Además, observamos que la respuesta del sistema es rápida en latitudes bajas ralentizando a medida que las ondas se desplazan hacia latitudes altas.

Presencia de la masa de Agua Intermedia Antártica en la plataforma continental de la Patagonia Sur durante la transición Invierno-primavera

Pamela Linford 1, Iván Pérez-Santos 1,2, Jorge Mardones 3, Valentina Valdés 1, Leonardo Castro 1,4, Diego Narvaez 1,4, Gonzalo Saldías 1,5, Cristian Ruiz 3, Roxana León 6,7, Pamela Barrientos 1.

1. Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental COPAS COASTAL, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile.

linfordpamela@oceanografia.udec.cl

2. Centro i~mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile.

3. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Chile.

4. Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

5. Coastal Physical Oceanography at the Department of Physics, University of Bio-Bio, Concepción, Chile.

6. Programa Doctorado en Oceanografía, Departamento Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile.

7. Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes, Universidad Austral de Chile, Chile.

La Patagonia Sur (PS) alberga un complejo sistema de fiordos y canales, ubicada al sur del continente americano es el punto más cercano a la Antártida (~1000 km), en comparación con las costas de Australia y África que están a más del doble de esa distancia. Su extremo sur (~56°S) se encuentra en una zona de transición oceánica entre los 50° y 60°S que rodea al continente antártico, denominada Frente Polar (FP), donde las aguas frías antárticas se mezclan con las más cálidas del norte. Las masas de agua predominantes en el Pacífico en torno a la PS a profundidades menores de 600 m, son el Agua Subantártica (SAAW*) y Agua Intermedia Antártica (AAIW*) caracterizadas por baja salinidad (33.8 y 34.2 psu, respectivamente). SAAW se forma al norte del FP, entre los 40°S y 50°S, y presenta temperaturas más cálidas (~11.5°C) en comparación con AAIW (~3°C). Aunque ambas son ricas en oxígeno disuelto y nutrientes, AAIW tiene más del doble de concentración de nitratos y fosfatos, y contiene cantidades significativas de ácido silícico, un nutriente ausente en SAAW. Hasta ahora, se ha descrito que solo SAAW transportada hacia el sur por la corriente del Cabo de Hornos llega a la plataforma continental de la PS, transformándose en agua subantártica modificada (MSAAW) en su interacción con el agua estuarina (EW*). Esta conclusión, basada principalmente en datos obtenidos en primavera y verano, se actualiza en este trabajo con nuevas mediciones realizadas en invierno (CIMAR-27) y la climatología mensual del modelo numérico Mercator (1993-2018), mostrando que AAIW alcanza la plataforma al sur de los 54°S durante la transición Invierno-primavera, incluso llegando a la superficie. Durante esta breve

ventana espacio-temporal, la mezcla de AAIW con EW puede formar Agua Intermedia Antártica Modificada (MAAIW*). La presencia de AAIW y MAAIW en la PS abre nuevas perspectivas sobre la conexión entre los ciclos y ecosistemas entre esta región y la antártica. Además, plantea interrogantes sobre los procesos que podrían alterar la ventana espacio-temporal en la que estos eventos ocurren.

* Acrónimo por sus siglas en inglés.

Financiamiento: COPAS COASTAL ANID FB210021

Efectos de El Niño sobre la variabilidad de clorofila-a en aguas de la bahía de Valparaíso (33°S), Chile.

Cedric Debeuf Pérez

Universidad Católica de Valparaíso / Valparaíso / Chile

Paula Ruz-Moreno

Marcela Cornejo-D'Ottone

La productividad biológica en la costa central de Chile está influenciada por la surgencia costera, un fenómeno característico del Sistema de Corrientes de Humboldt. Este proceso genera un ascenso de aguas subsuperficiales ricas en nutrientes a la superficie, promoviendo la productividad primaria. La clorofila-a (Chl-a), utilizada como indicador de la productividad primaria en los océanos, presenta una variabilidad temporal a distintas escalas, dentro de las cuales están los eventos interanuales ENSO, que modifican las condiciones atmosféricas y oceanográficas (i.e., estratificación, temperatura, surgencia, etc.), y estacional, donde en primavera y verano se intensifican los vientos favorables a la surgencia incrementando los niveles de Chl-a, mientras que, en invierno, estos disminuyen debido a la menor radiación solar y menor aporte de nutrientes. Sin embargo, los eventos El Niño/La Niña modifican el ciclo anual de la clorofila al profundizar la termoclina y disminuir los procesos de surgencia que aportan a la superficie nutrientes, reduciendo la actividad fotosintética del fitoplancton y, en consecuencia, las concentraciones de Chl-a. Este estudio tiene como objetivo evaluar la variabilidad mensual de la concentración de Chl-a en la bahía de Valparaíso (33°S) entre agosto 2023 y agosto 2024, periodo en el cual a nivel ecuatorial se presentaron condiciones El Niño moderado/fuerte entre agosto 2023 y marzo 2024, seguido por condiciones El Niño débil hasta agosto de 2024. Resultados preliminares indican un desfase (~ 2 meses) de la temperatura superficial en la estación de estudio con relación al máximo del Índice del Niño Oceánico (ONI) y el Índice Multivariado ENSO (MEI), asociado a mínimos valores de Chl-a. Al relacionar los datos temperatura superficial del mar, Chl-a, radiación solar y vientos, es posible comprender los efectos de estas fluctuaciones en la productividad biológica y las condiciones oceanográficas de la bahía.

Evaluación de la actividad de remolinos de mesoescala y su impacto en la columna de agua, producto del cambio climático en la zona de surgencia centro-sur de Chile.

Primer Autor: Noelia Vejar

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

La zona de surgencia de la región Centro-Sur de Chile se caracteriza por una intensa actividad de mesoescala, inducida por la inestabilidad de las variaciones estacionales del viento. En esta región, se desarrollan remolinos y corrientes de meandros que generan una extensa banda de alta energía cinética de remolinos (EKE) que se extiende desde la costa hasta ~ 800 km mar adentro. Los remolinos en esta área varían en escalas, desde estructuras de 200 km hasta remolinos de submesoescala (< 20 km), con estructuras coherentes que persiste por meses, propagándose fuera de la costa hacia el oeste y noroeste, aportando el transporte aproximado de $\sim 2 \times 10^6$ ($m^3 s^{-1}$). La dinámica incluye remolinos ciclónicos (CC) que se mueven hacia el oeste y hacia los polos, y los remolinos anticiclónicos (AC) se mueven hacia el oeste y hacia el ecuador. Actualmente, no se comprende bien cómo la intensificación del anticiclón del Pacífico afecta al debilitamiento o intensificación de los remolinos de mesoescala en la región. Esta investigación tiene como objetivo estudiar la intensificación y/o debilitamiento de estas estructuras en la zona de surgencia centro-Sur de Chile comparando dos períodos históricos: 1993 a 2003 (década temprana) y 2013 a 2023 (década tardía). Se evaluará posibles cambios en la dinámica, patrones y tendencias de formación de remolinos a lo largo del tiempo, para comprender mejor las variaciones en la actividad oceánica en esta zona. Se aplicará el método automático de identificación de remolinos propuesto por Faghmous et al. (2015), basado en la altura superficial del mar (SSH). Los datos de SSH provienen de los productos del océano de Copernicus (<https://data.marine.copernicus.eu/products>) del Global Ocean Physics Analysis and Forecast de ambos periodos. Se obtendrá una estadística detallada de la frecuencia, estacionalidad, tamaño y desplazamiento de estos remolinos en ambos períodos para identificar posibles cambios de las estructuras.

Variabilidad de submesoescala de la temperatura superficial del mar frente a la costa central de Chile

Poliana Leiva Garay

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Óscar Pizarro Arriagada; Universidad de Concepción; Chile

Las inestabilidades de submesoescala, (aquellas que se encuentran en un lugar intermedio entre las inestabilidades de mesoescala y los movimientos tridimensionales de pequeña escala), son fenómenos poco estudiados a pesar de su gran importancia. Por otro lado, las zonas de surgencia, donde afloran aguas frías con gran productividad biológica y ricas en nutrientes, son lugares ideales para la generación de estas inestabilidades. ¿Cómo estudiar estos fenómenos frente a la costa chilena? El presente trabajo tendrá como enfoque principal usar datos satelitales de alta resolución de temperatura superficial del mar de las últimas dos décadas para caracterizar la variabilidad espacial y temporal de estas inestabilidades por medio del índice de heterogeneidad, además de analizar su dinámica subyacente. Se usará también métodos de gradiente de temperatura para identificar el frente de surgencia y su variación temporal. La zona de estudio será la costa central de Chile (25°S y 40°S).

Observaciones de intrusiones termohalinas en la ZMO frente a la costa de Chile Central (36°30'S) basadas en observaciones de planeadores submarinos

Francisca Chirino

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

La Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO) frente a la costa de Chile central está estrechamente asociada con la presencia del Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), una masa de agua relativamente cálida y salina. Esta se encuentra entre dos masas de agua menos saladas, más frías y relativamente bien ventiladas de diferente origen: el Agua Subantártica (ASAA), en la parte superior, y el Agua Intermedia Antártica (AIAA), en la parte inferior. Estas interacciones generan importantes frentes termohalinos que resultan en excursiones a lo largo de las isopicnas, formando estructuras termohalinas de pequeña escala que se extienden horizontalmente por varios kilómetros. Estas estructuras son de particular interés en la ZMO debido a su contribución en la ventilación y variabilidad espacial de esta zona. La generación de estas estructuras de pequeña escala ha sido atribuida a dos mecanismos principales: inestabilidades de doble difusión y agitación ("stirring") provocada por remolinos de mesoescala. Este trabajo describe y analiza las intrusiones termohalinas observadas en la ZMO frente a la costa de Chile central (36.5°S) utilizando datos obtenidos mediante un planeador submarino modelo Slocum, equipado con sensores de CTD y oxígeno, que recorrió dos transectos perpendiculares a la costa y se analizan los posibles mecanismos subyacentes. Los resultados preliminares con estimaciones de ángulos de Turner y de las inclinaciones respecto de las isopicnas de algunas intrusiones, indican que las intrusiones de AIAA en la ZMO son consistentes con procesos de doble difusión. En cambio, las intrusiones de ASAA muestran ángulos mucho mayores, cercanos al valor f/N (donde f es el parámetro de Coriolis y N la frecuencia de flotabilidad), lo que sugiere un origen relacionado con la agitación (stirring) de mesoescala. Finalmente, se discute la posible relevancia de estas intrusiones en la ventilación de la ZMO, resaltando su contribución a la dinámica local de esta región.

Agradecimientos: Proyecto FONDECYT 1241203, Instituto Milenio de Oceanografía (AIM23-0003), y Centro de Instrumentación Oceanográfica (CCSS210020).

Mezcla e inestabilidades de doble difusión frente a Chile central (36° 30' S): Estudio basado en observaciones con planeadores submarinos

Salma Espinoza Rivera

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Oscar Pizarro; Departamento de geofísica, Universidad de Concepción; Instituto Milenio de Oceanografía; Centro de Instrumentación Oceanográfica, Universidad de Concepción; Chile.

Nadin Ramírez; Centro de Instrumentación Oceanográfica, Universidad de Concepción; Chile.

Winston Rojas; Instituto Milenio de Oceanografía; Centro de Instrumentación Oceanográfica, Universidad de Concepción; Chile.

El Océano Pacífico Sur oriental (ESP) alberga ecosistemas de surgencia que son reconocidos por su gran productividad biológica. La alta demanda de oxígeno en las aguas subsuperficiales de esta región se combina con una pobre ventilación para producir una zona de mínimo oxígeno (ZMO). Frente a Chile la ZMO está asociada a la masa de Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), una masa de agua rica en nutrientes, cálida y de relativamente de alta salinidad que es clave para el ecosistema regional. El AESS está limitada en su parte superior e inferior por aguas de baja salinidad y alto contenido de oxígeno disuelto (OD). En la parte superior se ubica el Agua Subantártica y en la parte inferior el Agua Intermedia Antártica. Ambas masas de agua contribuyen a la ventilación de la OMZ a medida que el AESS se desplaza hacia el sur. En la presente investigación se analizan las condiciones para la generación de inestabilidades de doble difusión y para la mezcla turbulenta de la OMZ. Para este fin se utilizan datos de temperatura, salinidad y OD obtenidos con planeados submarinos frente a Concepción. Para analizar las condiciones termohalinas que favorecen la formación de inestabilidades de doble difusión se utilizó el ángulo de Turner, mientras que, la mezcla turbulenta fue analizada mediante la longitud de Thorpe. Esta permite estimar de manera indirecta la tasa de disipación de energía cinética turbulenta y así la intensidad de la mezcla en diferentes regiones de la columna de agua. Nuestros resultados muestran que bajo el núcleo de la OMZ predominan condiciones para la formación de dedos de sal. En contraste, sobre el núcleo de la OMZ, la difusividad asociada a la mezcla mecánica es dominante, mostrando altos valores de longitud de Thorpe. Estos resultados son claves para entender la ventilación de la OMZ en la región.

Respuesta oceánica al rotor del esfuerzo del viento y su importancia en el sistema costero de Chile Centro-Norte (30°S).

Luis Bravo^{1,2}, Marcel Ramos^{1,2,3}, Orlando Astudillo³, Boris Dewitte^{3,2}

1. Universidad Católica del Norte, Departamento de Biología Marina, Coquimbo, Chile.
2. Centro de Ecología y Manejo Sustentable de Islas Oceánicas (ESMOI), Departamento de Biología Marina, Coquimbo, Chile.
3. Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), La Serena, Chile.

luis.bravo@ucn.cl

La respuesta del océano costero forzado por el rotor del esfuerzo del viento ha sido interpretado principalmente a partir de modelos y de imágenes satelitales de baja resolución, utilizando sólo unas pocas observaciones in situ. En la región de interés, persiste la incertidumbre sobre si el enfriamiento superficial observado al norte de Punta Lengua de Vaca es una consecuencia del bombeo de Ekman u otro mecanismo. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo evaluar la respuesta del océano al bombeo/succión de Ekman, asociado con el rotor del esfuerzo del viento de pequeña escala en el centro-norte de Chile. Este mecanismo podría explicar, en parte, la alta productividad natural y acuícola de la zona, tradicionalmente atribuida a la surgencia costera, como se ha reportado recientemente. Para este estudio se utilizaron datos de viento de reanálisis ERA5 y de estaciones meteorológicas, además de información de temperatura y oxígeno de dos fondeos oceanográficos ubicados al norte de Punta Lengua de Vaca (uno de ellos equipado con un ADCP). También se incluyeron datos satelitales de temperatura superficial del mar y registros de nivel del mar del puerto de Coquimbo. Los resultados principales revelaron una alta variabilidad temporal en la estructura vertical de temperatura, oxígeno y corrientes, con fluctuaciones predominantes en las señales diurnas y a escala sinóptica, especialmente entre 5 y 10 días. Un análisis de coherencia y fase mostró que el enfriamiento superficial en el fondeo más alejado de Punta Lengua de Vaca es el resultado de la respuesta de la columna de agua al bombeo positivo de Ekman (succión) generado por el rotor negativo del esfuerzo del viento. Esta respuesta presenta un desfase temporal que oscila entre 6 horas y 1,2 días. El ascenso de agua más fría hacia la superficie también reduce la concentración de oxígeno disuelto. Por otro lado, la columna de agua en el fondeo más cercano a Punta Lengua de Vaca parece estar más influenciada por el esfuerzo del viento y potencialmente por una circulación secundaria.

Financiamiento: ANID FONDECYT 11190918

Impacto del estrés del viento sobre la variabilidad estacional de la oxiclina a lo largo de la costa de Chile.

Matías Pizarro-Koch 1, Catalina Aguirre 1,2,3, Ivonne Montes 4,5
matias.pizarrok@gmail.com

- 1.Escuela de Ingeniería Civil Oceánica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.
- 2.Center for Climate and Resilience Research (CR)2, Santiago, Chile.
- 3.Centro de Observación Marino para Estudios de Riesgos del Ambiente Costero (COSTAR), Valparaíso, Chile.
- 4.Instituto Geofísico del Perú (IGP).
- 5.Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC), Perú.

Las climatologías globales y las observaciones in situ indican que el límite superior de la zona de mínimo oxígeno, en adelante denominada oxiclina, es más superficial en el norte de Chile (~40 m de profundidad a 18°S), profundizándose progresivamente hacia mayores latitudes (~100 m en el sur de Chile, aproximadamente a 36°S). Al mismo tiempo, los vientos favorables a la surgencia costera presentan características contrastantes a lo largo de la costa: en el norte, son más débiles y constantes, mientras que en el sur son más fuertes y presentan una marcada estacionalidad. El objetivo de este estudio es evaluar la relación entre el estrés del viento superficial y la variabilidad estacional de la oxiclina a lo largo de la costa chilena (18°-40°S). Para ello, se utilizó una simulación numérica climatológica con una resolución espacial de 1/9°, la cual acopla un modelo hidrodinámico regional del océano (CROCO) con un modelo biogeoquímico (BioEBUS). La validación del modelo mediante observaciones in situ y datos climatológicos globales sugiere una representación adecuada de los principales patrones de variabilidad espacio-temporal de la región de estudio. Los resultados preliminares muestran que, en promedio, la oxiclina frente a Chile se encuentra a una profundidad de $65 \text{ m} \pm 25 \text{ m}$, aunque la amplitud del ciclo anual varía con la latitud. En general, la variabilidad vertical semi-anual de la oxiclina es más pronunciada en el norte, con amplitudes cercanas a 10 m, y máximos en otoño y primavera, mientras que en el sur (36°S) domina el ciclo anual, con amplitudes superiores a 20 m y máximos durante el verano austral. Estos resultados son consistentes con la variabilidad anual y semi-anual de la componente meridional del viento, cuya amplitud es máxima al sur de 30°S y mínima en el norte (18°S). Un análisis del balance del oxígeno disuelto en la capa de mezcla será analizado para evaluar el rol de los procesos físicos (e.g., actividad de mesosescala) y biogeoquímicos sobre la variabilidad espacio-temporal de la oxiclina observada.

Condiciones Oceanográficas de Bahía La Herradura, Región de Coquimbo.

Marcel Ramos 1,2,3, Jorge Oyanadel 1,2, Nicolás Valdebenito 1 y Luis Bravo 1,2

1. Universidad Católica del Norte, Departamento de Biología Marina, Coquimbo, Chile.
2. Centro de Ecología y Manejo Sustentable de Islas Oceánicas (ESMOI), Departamento de Biología Marina, Coquimbo, Chile.
3. Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), La Serena, Chile.
jorge.oyanadel@ce.ucn.cl.

Para determinar las condiciones oceanográficas en la bahía La Herradura, se realizaron muestreos casi semanales con un CTD-O, entre diciembre de 2022 y enero de 2024, en tres estaciones fijas sobre el eje de la bahía, dos en la parte interior y otra en la boca, donde además se registraron las corrientes con un ADCP anclado continuamente durante dicho periodo. También, se utilizó información de vientos locales y de un mareógrafo instalado en el muelle de la UCN. Los principales resultados del estudio dan cuenta de la variabilidad espacial y temporal de las corrientes y las condiciones oceanográficas de la columna de agua en Bahía La Herradura. Las mediciones, mostraron un gradiente o frente marcado en la temperatura y salinidad entre la parte cercana a la boca y la parte media más cercana a la costa. La circulación en su entrada es de dos capas, forzada principalmente por el viento local orientado en el eje este-oeste, que tiene con un ciclo diario con máximos hacia el este en la tarde. Otro rasgo característico encontrado corresponde a un patrón de dos capas que presenta un flujo superficial e intermedio entrante a la bahía con componente este (este y sureste) en el sentido del viento predominante y un flujo de fondo saliente. De acuerdo con el análisis de información satelital, la Bahía La Herradura es afectada por la recirculación y transporte de aguas del foco de surgencia principal ubicado al sur de Punta Lengua de Vaca, por lo que la variabilidad de las condiciones oceanográficas al interior de la bahía, están relacionadas con el ingreso de aguas de surgencia desde la plataforma exterior. De esta manera, el seguimiento periódico de las condiciones oceanográficas permite mostrar la intrusión de la mínima de oxígeno hasta por lo menos la parte media de Bahía La Herradura.

Rol del flujo geostrófico hacia la costa en la retención larval en una zona de surgencia permanente del centro-norte de Chile

Eduardo A. Flores 1,2, Marcel Ramos 1,2,3, Orlando Astudillo*3, Boris Dewitte 2,3,4, Lucas Glasner 3

1. Universidad Católica del Norte, Departamento de Biología Marina, Coquimbo, Chile.
2. Centro de Ecología y Manejo Sustentable de Islas Oceánicas (ESMOI), Departamento de Biología Marina, Coquimbo, Chile.
3. Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), La Serena, Chile.
*orlando.astudillo@ceaza.cl
4. Climat, Environnement, Couplages et Incertitudes (CECI), Université de Toulouse, CNRS, Cerfacs, Toulouse, France.

El Archipiélago de Humboldt (AdH), ubicado frente a la costa centro-norte de Chile ($\sim 28^\circ - 33^\circ$ S) es una de las zonas marinas más productivas del Sistema de la Corriente de Humboldt. Esta área se encuentra dentro de una zona de surgencia permanente, caracterizada por dos centros de surgencia, separados por ~ 100 km, que delimitan el Sistema de Bahías de Coquimbo. El aumento resultante en la productividad primaria y la retención de larvas se mencionan como los principales factores que explican la alta biodiversidad. Sin embargo, la forma en que estos centros de surgencia interactúan sigue sin estar clara, principalmente debido a la interacción de varias características físicas como la circulación general, las estructuras de escala meso y submeso (i.e., eddies) y forzamientos remotos y locales (i.e., vientos, topografía) que afectan el transporte de larvas en el AdH. En este estudio, nos centramos en el rol que desempeñan las corrientes geostróficas y de Ekman en el control de la retención (y dispersión) de partículas en este sistema de surgencia en función del análisis de datos satelitales y resultados de modelos hidrodinámicos. Se realizaron experimentos Lagrangianos para documentar el transporte de partículas durante condiciones oceánicas seleccionadas correspondientes a si el transporte de Ekman o la recirculación geostrófica prevalecen o se debilitan. La variación latitudinal del transporte de Ekman revela dos máximos en cada centro de surgencia con diferencias en la extensión espacial pero no en la intensidad. La corriente geostrófica zonal media ocurre en flujo alterno en cada centro de surgencia. Los resultados de los experimentos Lagrangianos resaltan la importancia del flujo geostrófico transversal a la costa en el transporte larval, donde se produce un mayor transporte de partículas al norte y noroeste en el centro de surgencia sur, mientras que el centro de surgencia norte (donde se encuentra el AdH) recibió partículas del sur y retuvo partículas liberadas en la misma área, lo que está relacionado con la recirculación geostrófica ciclónica y el menor transporte de Ekman. La retención de partículas aumentó con la profundidad en los escenarios de relajación y hundimiento, lo que revela la importancia de la alternancia del viento para la retención larvaria. El Sistema de Bahías de Coquimbo podría actuar como una 'sombra de surgencia' en el sur y una 'trampa de

surgencia' en el norte, donde el flujo hacia la costa de la corriente geostrófica podría favorecer la retención y el reclutamiento de larvas durante períodos más largos en comparación con la escala de tiempo del transporte de Ekman.

Financiamiento: ANID FONDECYT Postdoctorado 2021 folio 3210528

ANID ATE220044 Anillo Oceanic Biodiversity Under Climate Change Threat (BiodUCCT)

Sesión: DOCA09 - Oleaje y Tsunamis

Observaciones de oleaje durante ríos atmosféricos en la región del Biobío

Maricarmen Guerra

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Diego Narváez, Oceanografía y COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Chile

Gonzalo Saldías, Universidad del Biobío y COPAS COASTAL, Chile

Jimena González, COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Chile

Marcelo Ramírez, COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Chile

Marco Avendaño, COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Chile

Víctor Mora, COPAS COASTAL, Universidad de Concepción, Chile

Las marejadas corresponden a eventos de oleaje extremo capaces de provocar daños en la costa durante los cuales aumenta sostenidamente la energía del oleaje (i.e altura y/o periodo) con respecto a las condiciones normales de un sitio específico. Durante eventos de marejadas se producen además condiciones inseguras para la navegación y para la operación portuaria. Por otra parte, los ríos atmosféricos se asocian típicamente a intensas precipitaciones y a patrones de vientos extremos, que a su vez pueden también generar condiciones de oleaje intenso o marejadas. En este trabajo presentamos observaciones de oleaje en las Bahías de Coliumo y de Coronel durante dos ríos atmosféricos ocurridos en Junio de 2023 y Julio de 2024, respectivamente. El oleaje es medido utilizando boyas superficiales marca SOFAR modelo Spotter V3, las cuales registran el desplazamiento tridimensional de la superficie libre a una frecuencia de 2,5 Hz permitiendo estimar el espectro direccional de oleaje cada 30 minutos. Evaluamos la evolución de las características espectrales del oleaje incluyendo altura significativa, periodo pico, dirección media, y energía, además del crecimiento de las olas individuales durante ambos eventos. En ambos casos se observó un rápido y sostenido aumento de la altura significativa del oleaje y de su energía. En ambos casos se observó mar de fondo y mar de viento local. Durante el evento de Julio de 2024 se observó una altura significativa superior a los 2.5 m proveniente desde el noroeste en la Bahía de Coronel, el registro más alto de 2024. Además, durante el evento de Julio de 2024 se observó un aumento de aproximadamente 0,5 metros de nivel del mar en Coronel, el cual podría estar influenciado por el setup generado por oleaje rompiente. Finalmente, las observaciones son complementadas con resultados de un modelo espectral de oleaje forzado por condiciones de viento local con el fin de evaluar el comportamiento espacial del oleaje y la generación local de oleaje durante ambos eventos.

Sesión: DOCA10 - Otros temas en Clima y Meteorología

Variabilidad Hidrológica en el Humedal Rano Raraku desde fines del siglo XIX

Vicente Castro

Depto. de Geología, Universidad de Chile / Santiago / Chile

Valentina Flores; Depto. de Geología, Universidad de Chile; Chile

Carolina Gómez; Depto. de Geología, Universidad de Chile; Chile

Rafael Morales; Depto. de Geología, Universidad de Chile; Chile

Dado que el humedal Rano Raraku se secó en enero del año 2019 y sufrió un incendio en octubre del año 2022, la comunidad de Rapa Nui solicitó un estudio para evaluar su estado. A partir de ello surge la iniciativa de realizar un voluntariado científico en la isla, que involucró estudiantes de geología de la Universidad Andrés Bello y la Universidad de Chile, junto con estudiantes de ingeniería geológica de la Universidad de O'Higgins. El voluntariado contempló varias temáticas, entre ellas una dedicada a la investigación paleoclimática y a la difusión científica en la isla. Tras ello se propone una extensión de nuestra cooperación, generando distintos proyectos de investigación. De ahí surge este tema de memoria de pregrado, que consiste en un estudio limnológico del humedal enmarcado en los últimos 150 años. El objetivo es comprender por qué este se secó recientemente, si esto ha ocurrido otras veces, y si las causas son climáticas, antropogénicas o una combinación de ambas. Para ello se están analizando testigos sedimentarios extraídos del humedal empleando tomografías computarizadas, granulometría, fluorescencia de rayos X (XRF) y dataciones radiométricas. A su vez, complementando estos estudios con información registrada por estaciones meteorológicas y empleando modelos climáticos, sería posible estimar que factores incidieron en el descenso del nivel del agua, generar un balance hidrológico y proyectar posibles escenarios a corto plazo.

Modelación hidrológica en Isla de Pascua: Impactos del ENSO en el régimen hídrico

Alberto Peña Castro

UDEC-INIA / Chillán / Chile

Rodrigo Abarca Del Rio, UDEC-INIA / Chillán / Chile

Hamil Uribe Cifuentes, UDEC-INIA / Chillán / Chile

En este estudio se exploran los impactos de las variaciones climáticas asociadas con el fenómeno El Niño-Oscilación Sur (ENSO) en el régimen hidrológico de Isla de Pascua. Utilizando datos hidro-climatológicos recolectados y el modelo TOPMODEL implementado en Matlab-Simulink, se crearon climatologías detalladas para analizar patrones climáticos históricos y su relación con eventos de ENSO. La investigación se centra en entender cómo las fases de El Niño y La Niña afectan la disponibilidad de agua y los flujos hidrológicos de la isla, donde la ausencia de ríos permanentes y la alta permeabilidad del terreno volcánico hacen que la población dependa casi exclusivamente de las precipitaciones y acuíferos subterráneos. Los resultados muestran una correlación significativa entre las fases de ENSO y variaciones en la precipitación y evapotranspiración, destacando la importancia de considerar estos eventos en la planificación de estrategias de gestión de agua. Este estudio proporciona una herramienta valiosa para anticipar cambios en los recursos hídricos y adaptar medidas de conservación en respuesta a la variabilidad climática.

Estimación del riesgo regional de incendios forestales en Chile mediante regresión logística

Christian Segura

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Martin Jacques-Coper; Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción, Chile; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Concepción, Chile; Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental COPAS Coastal, Universidad de Concepción, Chile;

La intensidad de los incendios forestales en Chile ha aumentado en los últimos años debido a las nuevas condiciones climáticas. Este trabajo tiene como objetivo mejorar la planificación y respuesta operativa ante incendios, utilizando la regresión logística para evaluar y predecir el riesgo de incendios forestales a partir de información meteorológica, geográfica y de uso de suelos. Se emplearon datos históricos (1984-2021) proporcionados por la Corporación Nacional Forestal, que incluyen área quemada, número de incendios y duración. El análisis se realiza a diario y se basa en variables meteorológicas y en los índices del Canadian Forest Fire Weather Index (FWI) System. Estos índices, junto con variables tradicionales como humedad, temperatura y velocidad del viento, obtenidos de simulaciones históricas del reanálisis ERA5 del ECMWF, permiten calcular la carga acumulada de probabilidades de ocurrencia de incendios, que se utiliza como medida relativa de riesgo. Los principales desafíos en la evaluación del riesgo mediante esta metodología incluyen: 1) la dependencia temporal, ya que los incendios previos pueden influir en la probabilidad de futuros eventos debido a cambios en la vegetación y la humedad del combustible; 2) la dependencia espacial, puesto que ubicaciones cercanas comparten características que afectan el riesgo; y 3) el desbalance de clases, dado que los incendios son eventos extremos. Los resultados indican que la combinación de variables meteorológicas e índices del FWI System, junto con un muestreo aleatorio para equilibrar las clases de ocurrencia y no ocurrencia de incendios, mitiga el impacto del desbalance y mejora la captura de la evolución de las condiciones y las correlaciones espaciales. Esto incrementa la precisión en la detección de incendios durante la temporada de verano. Esta metodología, al integrar datos de pronósticos meteorológicos, podría anticipar las zonas más propensas a incendios y optimizar la planificación y respuesta operativa, ofreciendo un gran potencial para mejorar la gestión de incendios forestales.

Estacionalidad de eventos hidrometeorológicos extremos en Chile

Álvaro Constanzo Gatica

Departamento de Geofísica, Universidad de Chile, Chile; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Chile; Dirección Meteorológica de Chile, Chile / Santiago / Chile

Juan Pablo Boisier; Departamento de Geofísica, Universidad de Chile, Chile; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Chile; Dirección Meteorológica de Chile, Chile.

Camila Álvarez-Garreton; Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Chile.

Estudiamos los eventos hidrometeorológicos extremos (EHMX), definidos como aumentos anómalos de escorrentía superficial, generalmente asociados a fenómenos meteorológicos. Investigar estos eventos es importante debido a sus altos impactos en la sociedad. Esta investigación tiene como objetivo caracterizar los EHMX en Chile para el período 1981-2018, a través del análisis de 237 cuencas ubicadas entre los 17 °S y 54 °S, considerando la heterogeneidad climática e hidrológica del territorio. Para identificar los EHMX, utilizamos la base de datos de cuencas CAMELS-CL y definimos un índice diario de anomalías de caudal para cada cuenca, calculado como la tasa entre el caudal observado y la mediana histórica para cada día del año. Los EHMX fueron definidos como aquellos días o serie de días en los que el índice supera el percentil 99 del registro disponible. Dividimos el territorio en cuatro dominios según la estacionalidad de eventos: R1 (17.3 °S a 27.8 °S, zona norte), R2 (27.8°S a 33.6°S, zona central), R3 (33.6 °S a 43 °S, centro-sur, y R4 (43°S a 56°S, zona austral). Encontramos que los EHMX más intensos se concentran entre la Región del Maule y el BíoBío, principalmente entre mayo y junio, mientras que las mayores escorrentías ocurren en las regiones de la Araucanía y Los Lagos. El análisis estacional muestra que, en promedio, los EHMX ocurren en febrero en R1, en octubre, noviembre o agosto en R2, en abril y junio en R3, mientras que R4 no presenta una estacionalidad definida. Estos resultados se contrastaron con los regímenes de precipitación y escorrentía, observándose que la estacionalidad de los EHMX no necesariamente coincide con el régimen anual de precipitación o escorrentía en cada dominio.

Diferencia entre la ionósfera de la costa Oriental y Occidental del Pacífico Sur y su asociación con fenómenos troposféricos.

Marayén Canales

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Manuel Bravo; Centro de Instrumentación Científica, Universidad Adventista de Chile; Chile.

Francisco Lang; Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción; Chile.

La ionósfera terrestre, una capa crucial en la atmósfera superior, está influenciada principalmente por variaciones solares y geomagnéticas, aunque estudios recientes han revelado que también puede verse afectada por fenómenos de la baja atmósfera (tropósfera). Estas variaciones impactan en diferente grado a los sistemas de comunicaciones por radio y navegación, con escalas temporales que abarcan desde fluctuaciones de corto plazo hasta tendencias prolongadas que se extienden por décadas. Además, se observan variaciones geográficas, ya que dos sectores de longitud similar pueden mostrar diferencias debido a la latitud geomagnética y a fenómenos troposféricos locales. Este estudio compara la ionósfera sobre el Pacífico Sur en sus sectores oriental y occidental, con la hipótesis de que presentarán diferencias derivadas de los fenómenos característicos de cada región. Para ello, se utilizará la frecuencia crítica de la capa F2 de la ionósfera (f_oF2), medida en estaciones ionosféricas ubicadas en la costa del Pacífico Suroriental (Concepción, Chile, y Huancayo, Perú), la costa occidental (Australia y Nueva Guinea) y la región central (Tahiti y Taravao, Polinesia Francesa). Esta variabilidad se asociará con índices como la Oscilación del Sur, el Niño 3.4, entre otros. También se analizarán las tendencias a largo plazo como posibles consecuencias de la creciente concentración de gases de efecto invernadero.

Modelación del ciclo del polvo en el núcleo hiperárido (~23°S) del Desierto de Atacama, Región de Antofagasta

Aníbal González Zambrano

Departamento de Geofísica y Departamento de Geología, Universidad de Chile / Santiago / Chile

Nicolás Huneus; Departamento de Geofísica, Universidad de Chile; Chile.

Valentina Flores Aqueveque; Departamento de Geología, Universidad de Chile; Chile.

El polvo mineral es un componente clave en diversos procesos del sistema Tierra, siendo las principales fuentes de emisión zonas con baja vegetación, como los desiertos. En particular, el Desierto de Atacama, ubicado en el norte de Chile, es una excepción, ya que, a pesar de su baja cobertura vegetal, son raros los eventos de tormentas de polvo a gran escala. Además, esta región registra una de las mayores radiaciones solares superficiales netas del planeta, lo cual ha llevado a que alrededor del 70% de las plantas fotovoltaicas del continente se encuentren en esta zona. Por ello, existe un interés en estudiar el impacto del polvo que afecta en las instalaciones solares en la región. Para ello, se requiere un análisis granulométrico y elemental del polvo que afecta a instalaciones como la Planta Solar Cerro Dominador y en el Centro de Operaciones de ALMA. Se han instalado estaciones colectoras de polvo CARAGA, para realizar este análisis, que incluye el conteo modal y el análisis XRF mediante SEM. Además, se han recolectado muestras de suelo para caracterizarlas en función de su composición mediante análisis XRD y su distribución granulométrica mediante un granulómetro láser. Finalmente, se realizará un análisis de atribución utilizando los métodos Unmix y PMF, con el objetivo de contrastar la composición de los suelos y determinar el porcentaje de contribución de cada uno.



Consorcio
de Universidades
del Estado de Chile



Análisis de mediciones micrometeorológicas en el Salar del Huasco: resultados preliminares

Ricardo Muñoz

Universidad de Chile / Santiago / Chile

Javiera Boada; Pontificia Universidad Católica de Chile; Chile.

Francisco Suárez; Pontificia Universidad Católica de Chile; Chile.

Se analizan en este trabajo datos micrometeorológicos medidos en el Salar del Huasco (SDH), ubicado en la Región de Tarapacá (20°18'S, 68°51'O, 3800 msnm), durante el año 2023. El SDH se ubica en una cuenca cerrada endorreica, rodeada por montañas que superan los 4500 msnm. La extensa lámina de aproximadamente 15 cm de agua del SDH es fundamental para el mantenimiento de su extraordinario ecosistema, por lo que la caracterización y comprensión de su ciclo hidrológico es de gran interés y ha sido el foco de estudios recientes y en desarrollo. Los datos analizados aquí se obtienen de una torre de 10 metros de altura, que contiene mediciones meteorológicas estándar en dos niveles, así como mediciones con un sistema de covarianzas turbulentas que proporciona información sobre flujos de calor sensible, calor latente e intensidad de la turbulencia en promedios de 30 minutos. El trabajo describe la variación mensual, interdiaria y de ciclo diario de estos datos, así como las relaciones internas entre ellos, como por ejemplo la relación entre los flujos de calor sensible y latente y los gradientes verticales de temperatura y humedad.

Reconocimiento: Este trabajo es financiado por proyecto ANID ANILLO ATE230006

Rol de los ríos atmosféricos en la precipitación y acumulación nival en el Cerro Divisadero, Región de Aysén

Nicolás García-Lee

Centro de Estudios Científicos (CECs) y Universidad Austral de Chile (UACH) / Valdivia / Chile
Claudio Bravo; Glaciología y Cambio Climático, Centro de Estudios Científicos (CECs); Chile
Iñigo Irrarrázaval; Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP); Chile
María Paz Quercia; Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP); [Chile
Maximiliano Viale; [Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales,
Mendoza; Argentina
Sebastián Cisternas; Glaciología y Cambio Climático, Centro de Estudios Científicos (CECs);
Chile

La nieve es fundamental para almacenar y proveer agua en primavera y verano. En la Región de Aysén, los ríos presentan un régimen glacio-nivo-pluvial, siendo la influencia nival la más significativa. Sin embargo, esta variable, que es crítica para cuantificar los recursos hídricos, se encuentra poco estudiada. En este trabajo, se presentan un análisis preliminar de los eventos de precipitación en el Cerro Divisadero (45.6°S) en la Región de Aysén, donde se instaló una estación meteorológica automática a 1420 m s.n.m a fines de abril de 2023. Esta estación incluye sensores de acumulación nival (SR50 y LiDAR) y un pluviómetro OTT, entre otros sensores meteorológicos. Se ha puesto especial énfasis en los eventos asociados a ríos atmosféricos (RAs) debido a sus potenciales impactos, tanto como importantes episodios de acumulación de nieve como de derretimiento. Para analizar este impacto, se buscó y categorizó la ocurrencia de RAs utilizando datos de reanálisis ERA5. En el periodo preliminar de estudio, que abarca mayo a noviembre de 2023, el 35% de la precipitación ocurre bajo condiciones de RA en sus diversas categorías. De un total de 822 mm medidos con el pluviómetro, 288 mm se registraron bajo condiciones de RAs, siendo el mayor monto atribuido a la categoría 3, seguido de la categoría 4. La mayor acumulación nival se observa bajo la categoría 1 de RA. Algunos eventos de categoría 4 se asocian a condiciones más cálidas, resultando en lluvia en el Cerro Divisadero. El trabajo en curso busca extender este análisis para las observaciones del año 2024, analizar la ocurrencia de eventos de lluvia sobre nieve (ROS por sus siglas en inglés) así comprender la dinámica de la acumulación nival, así como sus forzamientos sinópticos. Este proyecto es financiado por Fondos de Investigación Semilla PATSER-CIEP y FONDECYT Iniciación 11240379.

Desempeño del modelo Weather Research and Forecasting en la circulación superficial y su impacto en la energía solar en la región de Antofagasta

Francisca Jofré

Universidad de Chile / Santiago / Chile

Nicolás Huneus; Universidad de Chile; Chile.

Deniz Bozkurt; Universidad de Valparaíso; Chile.

La región de Antofagasta, ubicada en el norte de Chile, es reconocida por su clima desértico extremadamente árido y su alto potencial solar. En este contexto, el estudio de fenómenos que puedan afectar la producción de energía se vuelve de suma importancia. Esta investigación tiene como objetivo evaluar el desempeño del modelo regional WRF (Weather Research and Forecasting) para representar adecuadamente la dirección y magnitud del viento en la región de Antofagasta, así como la radiación solar incidente, durante los meses de mayor (verano) y menor (otoño) actividad de polvo para el año 2019. Para alcanzar este objetivo, se llevarán a cabo diversas simulaciones con el modelo WRF, implementando variaciones en la resolución vertical horizontal. Además, se explorarán diferentes configuraciones de los parámetros físicos del modelo, con el fin de identificar aquellas que ofrezcan un mejor desempeño en la reproducción de las observaciones. Los resultados del modelo se evaluarán utilizando datos de estaciones en superficie y se compararán con observaciones en la vertical, incluyendo radiosondeo, datos AMDAR (Aircraft Meteorological Data Relay), y mediciones de torres eólicas (de 20 y 110 metros) y solares (~10 metros) ubicadas en la región. Los campos meteorológicos generados servirán como base para estudios posteriores, dentro de un proyecto FONDEF, donde se integrarán con un modelo químico para analizar la dispersión y el transporte de polvo en la región.

Implementación de un Sistema de Medición de Balance de Energía Superficial en el Valle de Santiago

Catalina Alzola

Universidad de Chile / Santiago / Chile

Ricardo Muñoz M.; Universidad de Chile; Chile.

El balance de energía superficial (SEB) cuantifica los principales intercambios energéticos entre la superficie y la atmósfera, que incluye la radiación neta, el flujo de calor sensible, el flujo de calor latente y el flujo de calor del suelo. Comprender estos intercambios energéticos es fundamental para estudiar el microclima de regiones áridas y semiáridas, como el valle de Santiago. El objetivo principal de este proyecto es caracterizar el flujo superficial de calor sensible en el valle de Santiago mediante el diseño, prueba e implementación de un sistema integral de medición del balance de energía superficial. La metodología propuesta consta de tres componentes clave: 1) se montará un sistema de medición de SEB utilizando diversos instrumentos como radiómetros, placas de flujo de calor del suelo y un anemómetro ultrasónico; este último dispositivo es esencial para medir el flujo de calor sensible mediante la metodología Eddy Covariance, 2) se evaluará el desempeño del anemómetro ultrasónico tridimensional RM YOUNG 81000 que se utilizará, comparando los resultados de seis equipos disponibles y 3) comparar los resultados del sistema de SEB con los de otro sistema de medición disponible, específicamente el modelo IRGASON de Campbell Scientific, este equipo integra un analizador de gases y un anemómetro ultrasónico, permitiendo obtener simultáneamente los flujos de calor sensible, calor latente y dióxido de carbono. La comparación de los datos de flujos energéticos generados por ambos sistemas en una misma localización permitirá validar el desempeño del sistema desarrollado en este proyecto. Este trabajo busca presentar tanto los resultados de la intercomparación entre los anemómetros ultrasónicos como los resultados y conclusiones preliminares de la comparación entre el sistema de SEB de este proyecto con el sistema IRGASON.

Validación de Modelo Weather Research and Forecasting para el Valle de Santiago con Énfasis en la Estructura Vertical

Luca Toloza

Universidad de Chile / Santiago / Chile

Ricardo Muñoz; Universidad de Chile; Chile.

La capa límite la porción de la Tropósfera más cercana a la superficie, y su estudio es fundamental para comprender fenómenos como los balances de energía superficial y la contaminación atmosférica. En particular, un estudio reciente sobre la capa límite del valle de Santiago revela una diferencia significativa entre el flujo de calor superficial del valle y el calentamiento de la capa límite de montaña (MoBL) y la capa límite convectiva (CBL). Este estudio propone distintos mecanismos para explicar dicha diferencia. En este contexto, el presente trabajo evalúa una simulación del modelo WRF con una resolución de 1 km, enfocada en replicar el comportamiento de la capa límite del valle de Santiago durante los meses fríos (abril-septiembre) de 2017. El objetivo principal es cuantificar la fidelidad con la que el modelo WRF reproduce la variabilidad de la capa límite en el valle de Santiago durante este periodo, en el que se dispone de información excepcional sobre la meteorología en altura. En primera instancia se validan tres grupos de variables: 1) perfiles verticales de viento y temperatura, 2) variables de capa límite, como su altura, flujo de calor superficial e intensidad de la turbulencia, y 3) variables meteorológicas superficiales, como vientos, temperatura y humedad. Para el primer grupo, se utilizan datos de perfiles AMDAR; para el segundo grupo datos de la torre micrometeorológica DASA; y para el último grupo datos de la red de estaciones automáticas de la Dirección Meteorológica de Chile. Además, se interpretan los resultados de la comparación entre las observaciones y el modelo en el marco de modelos conceptuales del comportamiento de la capa límite atmosférica, incluyendo su balance de energía termodinámica. Se espera que este análisis permita establecer propuestas para mejorar el rendimiento del modelo en la escala de capa límite del valle de Santiago.

Simulaciones del viento usando el modelo Weather Research and Forecasting para la estimación del recurso eólico en la región de Magallanes

Aurora Lagos-Duarte
Universidad de Chile / Santiago / Chile
Nicolás Huneus
Marcelo Ibarra
Álvaro Valderrama

Chile se ha comprometido a alcanzar la neutralidad de gases de efecto Invernadero para el año 2050. Entre las principales acciones para alcanzar esta meta se encuentra el cambio en la matriz energética, siendo la energía solar y eólica las opciones más prometedoras. En el caso de la energía eólica, la región de Magallanes se presenta como una zona estratégica debido a sus vientos fuertes y constantes. El objetivo de esta investigación es simular los vientos cercanos a la superficie en la región continental de Magallanes utilizando diferentes configuraciones del modelo Weather Research and Forecasting (WRF). A partir de la simulación que mejor reproduzca los patrones del viento, se buscará estimar la distribución horizontal, vertical y temporal del recurso eólico. Se realizaron simulaciones atmosféricas con el modelo WRF en el Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento, abarcando episodios de viento débil e intenso ocurridos durante el año 2022. El desempeño de cada simulación fue evaluado mediante la comparación de los resultados con observaciones horarias de estaciones meteorológicas y de radiosondeos diarios en la zona de estudio. Además, se compararon las simulaciones con los productos de modelos globales como ERA5-nativo, MERRA2 y WRF-SMN. Los resultados indican que mejorar la topografía por defecto del modelo y actualizar la temperatura superficial del mar como condición de borde tiene un impacto positivo en la capacidad de reproducir el viento cercano a la superficie. Sin embargo, la sensibilidad del viento es mayormente influenciada por las parametrizaciones físicas utilizadas en la modelación. Con la configuración óptima se simuló el año completo 2022 para evaluar los vientos útiles en la generación de energía eólica. Esta simulación permitirá caracterizar el recurso eólico en la región, proporcionando información clave para los tomadores de decisiones y facilitando el diseño de políticas públicas que impulsen el desarrollo de proyectos de energía renovable.

Estudio de textos históricos para la identificación de variables meteorológicas del Chile del siglo XVIII y XIX

José Barraza Molina

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2 / Santiago / Chile

La climatología histórica es una especialidad que se sitúa entre los estudios de climatología y la historia ambiental, y se puede definir como la reconstrucción del clima del pasado mediante el análisis de fuentes históricas. En este contexto, el presente trabajo es el inicio de una investigación que busca reconstruir variables meteorológicas del Chile de finales del siglo XVIII y de la primera mitad del siglo XIX, mediante la revisión de textos históricos. Algunas de las fuentes que ya se han revisado son documentos como los de la expedición política y científica de Alejandro Malaspina, además de medios de comunicación como La Aurora de Chile o El Mercurio Chileno. Un resultado preliminar es la relevancia de los medios de comunicación nacionales al contener información meteorológica que puede ser utilizada por la climatología histórica. Se pone de ejemplo La Aurora de Chile, que desde su número 13, del 7 de mayo de 1812, tuvo diez publicaciones sobre registros de temperatura y de presión; el Mercurio Chileno número 8, del uno de noviembre de 1828, publicó una edición especial con diez años de observaciones meteorológicas que detallan temperatura mínimas y máximas, y las lluvias ocurridas en Santiago; en tanto, la obra de Malaspina presenta registros instrumentales de lluvias, presión y vientos en Chile central. Con esto, un segundo resultado de esta investigación se condice con lo planteado por Prieto y García, de que los textos históricos poseen valiosa información que no siempre ha sido explotada desde el punto de vista climatológico. Es probable que muchos otros medios de comunicación de la época contengan información valiosa para la meteorología histórica, por lo que es necesario seguir desarrollando esta investigación.

Fortalecimiento de la capacidad adaptativa del sector energético mediante los servicios climáticos

Juan Crespo

Dirección Meteorológica de Chile / Santiago / Chile

En el marco del proyecto ENANDES, se implementó una mesa técnica del sector energético para discutir la importancia de los servicios climáticos en la adaptación al cambio climático. Estas reuniones periódicas reunieron a profesionales del sector energético y meteorológico para identificar las principales necesidades de los usuarios y mejorar conjuntamente los productos y servicios climáticos ofrecidos por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y Ministerio de Energía. Este esfuerzo está alineado con los planes de adaptación al cambio climático del país y busca optimizar la planificación y operación de proyectos energéticos, resaltando la importancia de la predicción climática y la modelización para mejorar la generación de energía. Destacando la necesidad de una colaboración estrecha entre los sectores público, privado, académico y de investigación para desarrollar herramientas y capacidades que mejoren la calidad y disponibilidad de los servicios climáticos. Como resultado de estas mesas, en la DMC se desarrolló una plataforma web que contiene diversos productos como: un sistema de visualización de alertas meteorológicas, monitoreo de olas de calor, variables meteorológicas que propician incendios forestales y pronósticos del tiempo y estacionales. También se realizó un análisis para evaluar la usabilidad de las calculadoras fotovoltaicas del Ministerio de Energía, lo que permitió proponer mejoras a la herramienta. Además, se elaboró un modelo de evaporación para cuerpos de agua con paneles solares flotantes, el cual fue incorporado en las plataformas del Ministerio y que busca complementar la información entregada actualmente. Paralelamente, se diseñó una nueva herramienta para el sector agrícola, enfocada en sistemas fotovoltaicos, la cual se desarrolló a partir de Focus Groups con usuarios de Quillota y San Esteban, en colaboración con INDAP y la Comisión Nacional de Riego. Estas mejoras a los servicios entregados están disponibles en la plataforma web del Ministerio de Energía para uso público.

Sesión: DOCA11 - Otros temas en Oceanografía física

Evidencia del potencial de SWOT caracterizando procesos submesoescalares y locales en sistemas insulares del Pacífico Suroriental: Archipiélago Juan Fernández (~33°S)

Sebastián Cornejo-Guzmán y Martín Saraceno

Departamento de Ciencias de La Atmósfera y Los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (DCAO, FCEN-UBA), Intendente Guiraldes 2160, Ciudad Universitaria, Pabellón II 2do. Piso; Centro de Investigaciones Del Mar y La Atmosfera (CIMA/CONICET-UBA); Instituto Franco-Argentino para El Estudio Del Clima y Sus Impactos (IRL- IFAECI/CNRS-CONICET-UBA) / Ciudad Autónoma de Buenos Aires / Argentina
Carolina Parada; Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción; Center for Ecology and Sustainable Management of Oceanic Islands (ESMOI), Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo; Chile
Luz Monsalves; Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción; Chile
Billy Ernst; Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Concepción; Centro Milenio de Ecología y Manejo Sustentable (ESMOI), Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo; Chile

El Archipiélago Juan Fernández (AJF; 33.2°S-34.4°S, 77.5°W-81.2°W), compuesto por las islas Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk, forma parte de los Sistemas Insulares de Chile. Ubicado a aproximadamente 670 km de la costa, el AJF presenta una dinámica oceanográfica compleja, caracterizada por la interacción de procesos costeros y oceánicos. La reciente misión satelital Surface Water Ocean Topography (SWOT) ofrece una oportunidad sin precedentes para el estudio de estas dinámicas, particularmente en la captura de características submesoescalares cruciales para la producción primaria en regiones oceánicas remotas. Este estudio evalúa la aplicabilidad de los productos de datos SWOT post-calibración (L3 [versión 1.0] y L4) en la región del AJF durante el período 2023-2024. El análisis integra datos de temperatura superficial del mar, concentración de clorofila-a, outputs del modelo GLORYS12, y registros de mareógrafos. Los resultados demuestran que la combinación de productos SWOT con otras herramientas observacionales y de modelación proporciona un valioso conocimiento sobre los procesos oceanográficos submesoescalares y de escala local (< 10 km) del AJF. Este estudio no solo amplía nuestra comprensión de la dinámica oceanográfica alrededor del AJF, sino que también evidencia el potencial de SWOT para contribuir a la oceanografía satelital global, especialmente en regiones caracterizadas por su complejidad oceanográfica y desafíos logísticos. La metodología desarrollada proporciona un marco adaptativo para la utilización y validación de datos satelitales en entornos insulares similares.

Dinámica del transporte submareal a través de la Boca de Guafo conectando el océano abierto y el Mar Interior de Chiloé

ODETTE ALEJANDRA VERGARA SOTO

Centro de Investigación Oceanográfica COPAS Coastal, Universidad de Concepción, Concepción, Chile / SAN PEDRO DE LA PAZ / Chile

Valentina Mundaca, Vincent Echevin, Osvaldo Artal, Héctor Hito Sepúlveda. Centro de Investigación Oceanográfica COPAS Coastal, Universidad de Concepción, Concepción, Chile / Chile

El Mar Interior de Chiloé (MIC, 41-47°S) desempeña un rol esencial en los fiordos Patagónicos conectando a las masas de agua de origen oceánico con aquellas provenientes de los fiordos a través de la Boca del Guafo (BG; ~43.8°S). La circulación oceánica en esta región es compleja, donde la batimetría, la morfología costera y diversos procesos oceanográficos y atmosféricos, tanto locales como de mesoescala, generan condiciones biofísicas únicas. Su dinámica está regida por los flujos de agua dulce, el viento y la mezcla turbulenta, siendo esta última inducida principalmente por el viento y las mareas. Durante la temporada productiva del verano austral, el MIC intercambia grandes cantidades de calor, sal, oxígeno disuelto y nutrientes con el Océano Pacífico a través de la BG. Estos flujos impulsan la productividad del MIC, la cual es modulada por las mareas, un forzamiento de alta frecuencia generalmente no considerado en los modelos de circulación para estimar los flujos de intercambio. En este trabajo, evaluamos los flujos de entrada, salida, masa neta y nutrientes a través de la BG utilizando un modelo regional de alta resolución (2.7 km). Este modelo se evaluó frente a observaciones hidrológicas in situ, y se cuantificaron los impactos del forzamiento de las mareas en las corrientes y transportes. Nuestras estimaciones se comparan con modelos que presentan mayor resolución y con otros que no han sido forzados con mareas. Además, se empleó un modelo de derivadores Lagrangianos para estudiar el origen de las masas de agua que ingresan al MIC. Encontramos que, aunque la simulación realizada representó adecuadamente las masas de agua, sobreestimó las corrientes de marea. Por otro lado, el modelo Lagrangiano indicó que las masas de agua que transitan desde el océano abierto hacia el MIC a través de la BG se originan, principalmente, en la región oceánica Sur.

Actualización de la Climatología de Nivel del Mar y Media de Período de Temperatura Superficial del Mar de Chile

Mónica Alvarado SHOA / Valparaíso / Chile
Manuel Castillo, Universidad de Valparaíso, Chile

Se actualizó la Climatología de Nivel del Mar (1991-2020) y Temperatura Superficial del Mar (2001-2020) de las 06 estaciones de monitoreo permanente (Arica, Antofagasta, Caldera, Coquimbo, Valparaíso y Talcahuano), pertenecientes al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. Estas estaciones forman parte de Boletín de Alerta Climática (BAC) del Programa para Estudio Regional del Fenómeno El Niño en el Pacífico Sudeste (ERFEN) de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Para la climatología de nivel del mar se utilizaron 30 años (Normal Climatológica Estándar), mientras que para la temperatura superficial del mar se utilizaron 20 años de datos (Media de Período). Los resultados preliminares han permitido conocer las fluctuaciones y tendencias a corto y largo plazo. Los datos fueron validados mediante altimetría de reanálisis de alta resolución permitiendo obtener correlaciones entre los datos históricos y satelitales. Las correlaciones muestran patrones concordantes con las fluctuaciones del nivel del mar y variaciones de la temperatura superficial del mar, además se han identificado eventos extremos que eventualmente pudieron influir en las tendencias obtenidas y que se han vinculado a variaciones por cambio climático. Se destaca la importancia de mantener actualizada los datos climatológicos e históricos con la finalidad de comprender los efectos perceptibles del cambio climático en la costa chilena.

Implementación y pruebas de desempeño de software automatizado para la modelación hidrodinámica y deriva de partículas como soporte ante emergencias marítimas

Pablo Córdova

Pontificia Universidad Católica de Chile / Santiago / Chile

Raúl Flores / Departamento de obras civiles de la Universidad Federico Santa María / Chile

Esteban Parra / Gerente de proyecto / Red Ocean

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la implementación del software HOMME como sistema de soporte ante emergencias marítimas. El software utilizó como fuentes de información Modelos Hidrodinámicos Globales MHG (HYCOM y MULTIOBS diario y horario) y la ejecución de un Modelo Hidrodinámico Local (MHL - FVCOM), acoplados al Modelo de Derivas de Partículas Múltiple MDP+. La metodología se basó en la evaluación de desempeño de sus productos en cuatro dominios ubicados en diferentes zonas oceánicas (Dominio 1: costa oriental de Centroamérica; Dominios 2: costa Sur Australiana; Dominio 3: costa occidental de África; y Dominio 4: costa Sur austral de Suramérica). Para medir el desempeño cuantitativo, las trayectorias pronosticadas fueron comparadas con boyas superficiales a la deriva del Observing System Monitoring Center (OSMC), mientras que, a nivel cualitativo, evidenció el desempeño en casos reales de soporte en emergencias marítimas del tipo Search and Rescue (SAR) en Chile. El software permitió la generación de grillas y corrientes eulerianas eulerianas de forma automatizada a partir de selección de un punto de interés en el espacio. El software arrojó resultados en el orden de segundos en base a MHL y entre 1 y 3 horas utilizando MHL, alcanzando en este último caso resoluciones espaciales máximas de entre 10 y 40 m. Los resultados muestran un desempeño similar entre el MHL y los MHG, acertando direccionalmente en 3 de los 4 Dominios. Los mayores desempeños fueron registrados para el MHL en el Dominio 1 (costa oriental de Centroamérica), para MULTIOBS diario en el Dominio 3 (costa occidental de África), y para MULTIOBS horario en los Dominios 2 (costa Sur Australiana), y 4 (costa Sur austral de Suramérica). Para el caso de soporte en casos reales con registros de hallazgos, el software evidenció un mayor desempeño cualitativo utilizando como fuente el MHL.

Sea surface temperature variability in Jardines de la Reina National Park (Southeastern Cuban shelf)

Maibelin Castillo Álvarez

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Oscar Pizarro, Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Alain Muñoz Caravaca, Universidad de Concepción / Concepción / Chile

David Ignacio Carrasco, Universidad de Concepción / Concepción / Chile

David Francisco Bustos, Universidad de Concepción / Concepción / Chile

La alta vulnerabilidad de los ecosistemas costeros ante los efectos del calentamiento global subraya la necesidad urgente de estrategias para proteger estos entornos y especies críticas que los conforman. Este trabajo tiene como objetivo mostrar la variabilidad espacio-temporal de la temperatura superficial del mar (TSM) en la plataforma suroriental de Cuba durante las últimas décadas (2003-2022), utilizando el producto de alta resolución espacio-temporal MUR (1km- 1día). Este artículo amplía y actualiza los estudios previos sobre la TSM en el Parque Nacional Jardines de la Reina (PNJR) con el objetivo de mejorar la comprensión del calentamiento global en la región y así ayudar a comprender mejor la incidencia en los diferentes ecosistemas marino- costeros, haciendo énfasis principalmente en los arrecifes de coral. Los resultados mostraron diferencias significativas en la tendencia espacial de la TSM. Además, se observó la formación de frentes de temperatura en los meses correspondientes a la temporada seca (diciembre-marzo) del Caribe. El primer modo de variabilidad de la SST, teniendo el 87.5 % de varianza acumulada destacó la mayor varianza al borde la plataforma (sur del PNJR). La componente principal de este primer modo mostró una correlación positiva con el índice de la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) y con el índice multivariado de El Niño Oscilación del Sur (ENSO). Estos resultados muestran un avance en el entendimiento del comportamiento de la TSM en el Parque Nacional Jardines de la Reina y la necesidad de estudiar profundamente los procesos oceanográficos físicos y sus impactos en los ecosistemas.

Caracterización física de estructuras de meso-submesoescala en la Península Antártica Occidental

Danae Sepúlveda Martínez

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Los remolinos de meso y submesoescala impactan significativamente en el transporte de calor vertical, además de las propiedades de la columna de agua en los océanos, es por eso que la presente investigación tiene como objetivo caracterizar la dinámica física de los remolinos de meso-submesoescala en la Península Antártica Occidental (WAP). La hipótesis principal es que los remolinos de meso-submesoescala en el WAP afectan significativamente el transporte de calor vertical, las estructuras de submesoescala tienen un mayor impacto en el transporte de calor vertical a comparación de los remolinos de mesoescala. Para la identificación de los remolinos de mesoescala se utiliza el método descrito en Faghmous et al., 2015 a partir de datos de altimetría. Para las estructuras de submesoescala la identificación es visual, como en Medel et al., 2018, y se basa en parámetros de vorticidad, energía cinética de remolinos (EKE), temperatura superficial del mar (SST) y Okubo-weiss, calculados a partir salidas del modelo ROMS (Regional Ocean Modelling System). Para ambas escalas se estima el transporte de calor vertical asociado a estas estructuras, se analiza la estructura vertical de la columna de agua con y sin presencia de remolinos, y se calculan los números adimensionales de Rossby, Richardson y Froude. Se espera obtener una caracterización detallada de los remolinos de meso- submesoescala en la Península Antártica Occidental, estos resultados contribuirán a una mejor comprensión de la dinámica física y los procesos de mezcla en la región.

Efectos de remolinos en la distribución de propiedades biogeoquímicas de la columna de agua, asociado al sistema de Islas Oceánicas del Archipiélago de Desventuradas / Juan Fernández

Luz Monsalves

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Diferentes procesos y factores modifican y caracterizan las propiedades biogeoquímicas de la columna de agua en el océano Pacífico Sudoriental y en los sistemas de islas que allí se encuentran, es por eso que mediante este estudio se busca conocer la influencia de los remolinos de mesoescala en la variabilidad biogeoquímica del oxígeno y el pH en las aguas circundantes de las islas oceánicas del Archipiélago de Desventuradas y Juan Fernández. Esta investigación explora cómo la llegada de remolinos altera la distribución y la variabilidad temporal de estos parámetros, empleando un enfoque particular en la Isla de Robinson Crusoe, donde se busca establecer si los remolinos ciclónicos y anticiclónicos tienen efectos contrastantes sobre la desoxigenación, la acidez del agua y variación del CO₂. Para abordar esta interrogante, se identificará y caracterizarán remolinos de mesoescala que provienen desde la costa, analizando su evolución espacio-temporal y sus propiedades biogeoquímicas. Además, se determinarán los factores físicos que influyen en la variabilidad observada de oxígeno, pH y temperatura. Se investigarán los cambios en las propiedades del agua antes, durante y después de la interacción con remolinos, evaluando el impacto de la variabilidad climática a largo plazo en estas interacciones. La metodología considera la definición de la zona de estudio mediante modelación hidrodinámica y biogeoquímica, la identificación de remolinos aplicando método Faghmous, analizando detalladamente las trayectorias y la evolución temporal y espacial de las condiciones biogeoquímicas de la columna de agua. Se comparará el estado de la columna de agua antes, durante y después del paso de los remolinos para evaluar de una forma general y completa el impacto de la presencia de remolinos en el sistema de islas. Este enfoque permitirá desarrollar una comprensión profunda de cómo los remolinos de mesoescala influyen en las propiedades biogeoquímicas del sistema marino en la región insular del Pacífico Sudoriental.

SISTEMA REMOTO INTEGRAL DE MONITORIZACIÓN, DETECCIÓN Y PREDICCIÓN DE EVENTOS MARINOS POTENCIALMENTE NOCIVOS PARA GRANJAS ACUÍCULAS (PROYECTO SIRENA)

A. Rodríguez-Santana*¹, A.J. González-Ramos², A.M. Mancho³, A. Marrero-Díaz¹, A. García²

1 Grupo de Oceanografía Física y Geofísica Aplicada (OFYGA), ECOAQUA, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, SPAIN.

angel.santana@ulpgc.es, ángeles.marrero@ulpgc.es

2 Grupo de Biodiversidad y Conservación (BIOCON), ECOAQUA, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, SPAIN.

antonio.ramos@ulpgc.es, alejandro.garcia@ulpgc.es

3 Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT), CSIC, Madrid, SPAIN.

a.m.mancho@icmat.es

Este proyecto tiene como objetivo principal desarrollar herramientas innovadoras para la monitorización ambiental de las granjas acuícolas en Gran Canaria, así como su difusión entre los actores relevantes. Aunque el enfoque inicial estará en la región de Canarias, la metodología diseñada podrá ser aplicada en otras áreas geográficas, tanto en España como a nivel internacional. La monitorización abarcará diversos aspectos, desde flujos externos hacia las granjas, como la detección y propagación de eventos nocivos (por ejemplo, proliferaciones de algas y vertidos de fuel), hasta flujos internos que afectan el entorno, como el seguimiento del impacto de la actividad acuícola en el medio marino.

Este objetivo general se basa en tres pilares clave: en primer lugar, la detección remota de eventos a través de satélites; en segundo lugar, la realización de mediciones in-situ para validar los modelos específicamente desarrollados; y por último, la modelización matemática que permitirá realizar predicciones, las cuales serán contrastadas con las observaciones. Estos avances beneficiarán a la comunidad acuícola canaria y a otras comunidades, y se compartirán a través de las acciones de comunicación programadas.

Agradecimientos: Este proyecto se desarrolla con la colaboración de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través del Programa Pleamar, y se cofinancia por la Unión Europea por el FEMPA (Fondo Europeo Marítimo, de Pesca y de Acuicultura)

Sesión: DOCA12 – Paleoclima

Un nuevo modelo del Sistema Tierra de complejidad intermedia para simulaciones climáticas de largo plazo

Esteban Fernández

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Gary Shaffer; Instituto Niels Bohr, Universidad de Copenhagen, 2100 Copenhagen Ø; Dinamarca

El ciclo del carbono es un componente esencial del sistema climático, actuando como el principal regulador de la temperatura atmosférica mediante la concentración atmosférica de dióxido de carbono. Dicha concentración está dada por complejas interacciones entre los diversos componentes del Sistema Tierra. Modelos del Sistema Tierra incluyendo de alguna manera este ciclo biogeoquímico, son herramientas que nos ayudan a ganar entendimiento de climas pasados y para realizar proyecciones climáticas futuras. Presentamos un nuevo modelo del Sistema Tierra de complejidad intermedia, DCESS II, el cual está diseñado para llevar a cabo simulaciones en escalas de años a millones de años sin necesidad de grandes recursos computacionales. Las principales características son: mayor resolución espacial, nuevo esquema de hielo marino, biósfera terrestre considerando diferentes tipos de vegetación y un enfoque dinámico para la circulación oceánica de gran escala, además de mejoras en la biogeoquímica oceánica. Cuando el modelo es calibrado para el presente, una mejor comparación dato-modelo de diversos trazadores del Sistema Tierra es obtenida, especialmente aquellos relacionados al ciclo del carbono. Dos experimentos fueron llevados a cabo para testear el comportamiento del modelo. En el primero, el modelo es forzado variando el transporte de Ekman hacia el norte que fluye desde Océano Austral, emulando el efecto de los vientos del oeste en el hemisferio sur (se ha hipotetizado que tuvieron un rol importante en el pasado). En el segundo, imponemos pulsos de derretimiento de agua dulce sobre la plataforma del Océano Austral alrededor de Antártica, emulando un potencial escenario climático futuro. En ambos experimentos, cambios en la circulación del océano llevan a una redistribución de trazadores en el océano, alterando el ciclo global del carbono y así, el clima del planeta.

Sesión: DOCA13 - Variabilidad Climática

Variabilidad espacial y temporal del equivalente en agua de la nieve en los Andes Chilenos usando un modelo de conservación simple.

Jorge Arévalo

Departamento de Meteorología, Universidad de Valparaíso / Valparaíso / Chile

Felipe Sánchez; Instituto de Estadística, Universidad de Valparaíso; Chile.

José Manuel Escobar; Instituto de Física, Universidad de Valparaíso; Chile.

El manto de nieve andino es una de las principales fuentes de agua dulce para los ecosistemas, la agricultura, el consumo humano y las actividades industriales en Chile. A pesar de la importancia del equivalente en agua de nieve (SWE, por sus siglas en inglés), las observaciones locales de SWE son escasas en el espacio y/o abarcan períodos de tiempo relativamente cortos, mientras que los productos satelitales carecen de suficiente resolución y/o tienen incertidumbres muy grandes. Se utiliza un modelo simple de conservación de masa para estimar el SWE diario en los Andes chilenos. El modelo se alimenta con datos diarios de temperatura a 2 m y precipitación del conjunto de datos CR2MET (v2.0) con una resolución de 0,05° para el período de 1979 a 2020. Dicho modelo fue desarrollado originalmente para CONUS y, a pesar de su simplicidad, se demostró que supera a modelos complejos de superficie terrestre como NLDAS cuando se compara con el producto SWE de UofA y cientos de estaciones SNOTEL (Arévalo *et al.*, 2021). Los resultados del modelo muestran un buen acuerdo con las escasas observaciones terrestres de SWE disponibles en los Andes Chilenos y son consistentes con las de la profundidad de nieve. Sin embargo, el modelo ha sido validado previamente con dos conjuntos de datos de forzamiento diferentes en áreas con topografía y clima variados (en CONUS). Con ello, los datos grillados de SWE diario resultante se utilizan para investigar la variabilidad espacial y temporal (incluidas las tendencias) y su sensibilidad a la precipitación y la temperatura. Se espera que los resultados de estos análisis contribuyan a una mejor planificación a largo plazo para mitigar las tendencias decrecientes significativas y generalizadas del SWE y los cambios en su estacionalidad.

Caracterización de condiciones meteorológicas dominantes durante incendios forestales en Chile Centro-Sur

Natalia Ruiz

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Martín Jacques-Coper; Departamento de Geofísica & (CR)2, Universidad de Concepción. Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental COPAS Coastal, Universidad de Concepción; Chile

Francisco de la Barrera; Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción. Centro de Desarrollo Urbano Sustentable, CEDEUS; Chile

En la última década, los megaincendios (>10.000 ha) han tenido un notable incremento en su frecuencia en Chile. Entre ellos, destacan los eventos de Las Máquinas (Maule) en 2017 y de Santa Ana (Biobío) en 2023. Ambos eventos estuvieron caracterizados por una fuerte influencia de las condiciones sinópticas, dominadas por la presencia de una dorsal de gran extensión frente a las costas de Chile y un anticiclón migratorio en el sur del continente. Esta configuración induce una circulación de viento subsidente desde el este (Puelche), que favorece condiciones secas y cálidas y, por tanto, una alta combustibilidad de la vegetación y una rápida propagación del fuego. Además, se aprecia la presencia de una vaguada costera, que induce temperatura máxima concurrente con los días de mayor propagación del fuego. Como se aprecia, la relación entre meteorología extrema y megaincendios está bien establecida. El objetivo de este estudio es explorar si es posible establecer relaciones entre categorías de incendios de menor magnitud y configuraciones sinópticas específicas, considerando además distintos tipos de uso de suelo y ubicación geográfica de los incendios. Utilizamos datos diarios de incendios forestales registrados por CONAF en el Centro-Sur de Chile (desde la región de Valparaíso hasta Los Lagos) en el periodo 1984-2021. Realizamos una clasificación de los incendios según su área quemada, zona geográfica, y uso de suelo. Luego, empleando datos del reanálisis ERA5 (altura geopotencial a 500 hPa, presión, viento, temperatura máxima y humedad relativa en superficie), identificamos la configuración sinóptica predominante para cada grupo mediante un análisis de compuestos con el fin de caracterizar la influencia meteorológica en la intensidad de los incendios en cada categoría. Finalmente, analizamos la evolución de las variables medidas por estaciones in situ los días previos y posteriores al día con mayor propagación en algunos eventos específicos.

Modulación de Gran Escala de Condiciones Tornadogénicas en Chile Centro-Sur

Paloma Navarrete

Universidad de Concepción. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 / Concepción / Chile

Martín Jacques Coper; Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción; Chile. Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental COPAS Coastal, Universidad de Concepción; Chile.

Julio C. Marín; Departamento de Meteorología, Universidad de Valparaíso; Chile. Universidad de Estudios Atmosféricos y Cambio Climático (CEACC), Universidad de Valparaíso; Chile.

Felipe Gutiérrez; Departamento de Meteorología, Universidad de Valparaíso; Chile.

Diana Pozo; Universidad de Estudios Atmosféricos y Cambio Climático (CEACC), Universidad de Valparaíso; Chile.

Se realizó un análisis sinóptico de eventos de tornado ocurridos en Chile Centro-Sur entre los meses de mayo a agosto desde 1981 a 2023. En los que se observó un entorno asociado con anomalías negativas de presión al nivel del mar y altura geopotencial en 500 hPa, bajo CAPE (Convective Available Potential Energy), mínimos de STP (Significant Tornado Parameter) y aumento de SHERBE (Severe Hazards in Environments with Reduced Buoyancy) en una hora cercana al evento. Con el objetivo de investigar una posible modulación de la variabilidad atmosférica a escala intraestacional en un ambiente propicio para tornados, se graficaron compuestos de diferentes variables de ERA5 para los eventos de tornados y para la Oscilación de Madden-Julian (MJO) en fase activa (en cada una de sus fases). Esto se hizo tanto para el periodo conjunto de cuatro meses como para cada mes por separado. Los resultados muestran que, para el periodo conjunto de cuatro meses, se tienen condiciones similares entre los casos de tornado y la MJO en fase 1 y 2 y condiciones opuestas en fases 5 y 6 (significancia estadística con un 95% de confianza). Al realizar un agrupamiento k-means de anomalías de presión a nivel del mar, se mostró que, aunque la MJO se encuentre en estado favorable para el desarrollo de un ambiente tornadogénico, esta puede tener diferentes configuraciones, que oscilan entre una baja presión anómala y una alta presión anómala afectando a la costa centro-sur de Chile. Estos resultados podrían ser determinantes al momento de anticipar este tipo de eventos extremos.

Modulación de parámetros convectivos en Chile centro-sur por MJO, ENOS y SAM

Javier Ignacio Campos Núñez

Universidad de Concepción / Concepción / Chile

Martín Jacques-Coper; Departamento de Geofísica & (CR), Universidad de Concepción. Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental COPAS Coastal, Universidad de Concepción; Chile.

Julio C. Marín, Diana Pozo, Felipe Gutiérrez; Departamento de Meteorología, Universidad de Valparaíso. Centro de Estudios Atmosféricos y Cambio Climático (CEACC), U. de Valparaíso; Chile.

Daniel Veloso-Águila; Department of Atmospheric Science, Colorado State University, Fort Collins, Colorado; Estados Unidos.

Vittorio A. Gensini; Department of Earth, Atmosphere, and Environment, Northern Illinois University, DeKalb, Illinois; Estados Unidos

Bradford S. Barrett; Retired, Raleigh, North Carolina; Estados Unidos

El análisis de ambientes favorables para la ocurrencia de tornados en la zona centro-sur de Chile ha concitado particular atención desde 2019. Estudios previos han determinado que la mayoría de los tornados de esta región ocurren entre mayo y junio. En este trabajo estudiamos cuatro parámetros convectivos típicamente asociados a eventos tornádicos: Energía Convectiva Potencial Disponible (CAPE), Cizalladura Vertical del Viento (BS), Helicidad Relativa a la Tormenta (SRH) y Parámetro Significativo de Tornado (STP). Estos fueron calculados para Chile centro-sur mediante la librería ThundeR a partir de datos de reanálisis ERA5, considerando los meses de mayo y junio del periodo 1979-2021. Anomalías positivas en los valores de CAPE y BS y negativas de SRH y STP se consideran más favorables para ambientes tornádicos. En la escala intraestacional, investigamos la modulación de condiciones potencialmente tornádicas – caracterizadas por anomalías de CAPE, BS, SRH, STP– por la Oscilación de Madden-Julian (MJO, índice RMII). Encontramos que las fases MJO activas 1 y 2 favorecen valores más positivos de CAPE y BS y valores más negativos de STP y SRH. En particular, el 27% de los valores de STP más extremos (bajo el percentil 3, aproximadamente -0.5) se concentran en las fases MJO activas 1, 2, 3. En la escala interanual, exploramos la correlación entre anomalías de los parámetros convectivos con varios índices de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y el Modo Anular del Sur (SAM), en cada punto de grilla de la zona de estudio. Encontramos que existe una correlación positiva y estadísticamente significativa entre la fase cálida de ENOS (El Niño) y CAPE entre los 35°S y 40°S, abarcando tanto el océano frente a la costa de Chile como el territorio continental. Por otra parte, observamos una correlación inversa entre SAM y CAPE y BS y una correlación directa con STP y SRH cerca de los 35°S en Chile.