



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



BOLETÍN CIENTÍFICO EL NIÑO

Vol. 13 n.º 03 marzo 2026

PROGRAMA PRESUPUESTAL n.º 068

"Reducción de la vulnerabilidad y
atención de emergencias por desastres"

En este boletín

- Ondas trópicas a atmosféricas en eventos de "El Niño Costero" sobre la costa occidental de América del Sur.
| **Pág. 4**
- Percepción social y prácticas de quema agrícola asociadas al riesgo de incendios forestales en ecosistemas altoandinos
| **Pág. 11**
- Resumen del informe técnico de El Niño | **Pág. 19**
- Resumen de comunicado ENFEN | **Pág. 20**



Créditos

Nelly Paredes del Castillo
Ministra del Ambiente

Hernando Tavera Huarache
Jefe institucional

James Apaéstegui Campos
Director de Ciencias de la Atmósfera, Hidrósfera y Cambio Climático

Lina Godoy Encarnación
Coordinadora de la Unidad Funcional de Comunicaciones

Fey Yamina Silva Vidal de Millones
Ken Takahashi Guevara
Joel Anicama Díaz
Editores

Roberto Carlos Encinas Colan
Diseño y diagramación

Carátula: Fotografía de campo agrícola
Fuente: Sostenible.org

El boletín científico "El Niño" es generado en el marco del Programa Presupuestal n.º 068 "Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres"

Producto 1: Estudios para la estimación del riesgo de desastres
Actividad 5: Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño
Instituto Geofísico del Perú

Calle Badajoz 169 Mayorazgo, Ate, 15012

Teléfono: +51-1-3172300

Lima, marzo de 2026

Puedes acceder a la colección completa de los [boletines científicos El Niño](#) escaneando el siguiente código QR.



Introducción

Los eventos El Niño y La Niña corresponden, a grandes rasgos, a situaciones en las que la temperatura de la superficie del mar está por encima o por debajo del promedio en el océano Pacífico ecuatorial. Estas fluctuaciones están fuertemente influenciadas por El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), el cual es uno de los modos de variabilidad climática más importantes en el océano Pacífico que ejerce una gran influencia sobre el clima a nivel global y regional. La fase cálida de ENOS se puede denominar El Niño “global”.

En el Perú, los impactos de El Niño y La Niña son particularmente complejos debido a que recibimos influencias tanto costeras, asociadas a las fluctuaciones en el mar peruano en el Pacífico oriental, así como influencias remotas a través de teleconexiones atmosféricas desde el Pacífico central. En particular, El Niño en el Pacífico oriental o Costero puede producir lluvias y altas temperaturas en la costa y alterar el ecosistema marino-costero, mientras que El Niño en el Pacífico central o global puede reducir las precipitaciones e incrementar la temperatura en los Andes y en la Amazonía. Por el contrario, La Niña tendría efectos aproximadamente opuestos. Así, El Niño en el Pacífico oriental es el que causa mayores impactos para el Perú, ya que tiene el potencial de provocar grandes daños a infraestructuras, actividades económicas y, más importante, la seguridad y bienestar de las personas, además de sus medios de vida.

El Perú, como parte de la estrategia de gestión pública para enfrentar los peligros naturales, especialmente respecto a El Niño, establece el Programa Presupuestal por Resultados (PPR) 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”. A partir de 2014, el Instituto Geofísico del Perú (IGP), al igual que otras instituciones que conforman la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), participa en este PPR con el producto denominado “Estudios para la estimación del riesgo de desastres”. Este consiste en la entrega oportuna de información científica sobre el monitoreo y pronóstico de este evento natural oceánico-atmosférico, mediante informes técnicos mensuales, que permitan la toma de decisiones de las autoridades a nivel nacional y regional.

A este producto, el IGP contribuye con la actividad “Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño”, la cual incluye la síntesis y evaluación de los modelos de pronóstico de El Niño generados internacionalmente, como es el caso de los modelos climáticos globales, así como de aque-

llos obtenidos a partir de modelos propios como el de predicción de ondas oceánicas ecuatoriales, el modelo de inteligencia artificial y el recientemente desarrollado modelo de Sistema Tierra regional de pronóstico para el territorio peruano y el océano Pacífico (IGP RESM-COW v1). Asimismo, incluye el desarrollo de investigaciones y estudios científicos que permiten entender la variabilidad climática y los procesos asociados al cambio climático, a fin de fortalecer, en forma continua, las capacidades para el pronóstico de El Niño.

En esta línea, el IGP ha estructurado y desarrollado el Boletín científico El Niño, un producto que contiene, en gran medida, los aportes científicos en el estudio y vigilancia del ENOS, con énfasis en El Niño. El Boletín, que se publica mensualmente desde 2014, cuenta con aportes nacionales e internacionales en diversos temas asociados a El Niño, sus impactos, procesos vinculados, temas asociados y otros igual de relevantes, que se presentan en las secciones de Divulgación Científica y Avances Científicos. De igual forma, se comparte en el Boletín una versión resumida del informe técnico que el IGP elabora mensualmente para cumplir con los compromisos asumidos en el marco del PPR 068 (<https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4974>). Dicho informe contiene información actualizada operativamente que el IGP proporciona como insumo para que el ENFEN genere en forma colegiada la evaluación final que será entregada a los usuarios. Finalmente, el Boletín presenta los comunicados ENFEN publicados durante el periodo correspondiente.

ONDAS TROPICALES ATMOSFÉRICAS EN EVENTOS DE 'EL NIÑO COSTERO' SOBRE LA COSTA OCCIDENTAL DE AMÉRICA DEL SUR

Erika Chávez Mayta¹, Víctor C. Mayta², Qiao -Jun Lin², y Ángel F. Adames Corraliza²

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

² University of Wisconsin, Madison, United States of America



Ingeniera meteoróloga por la Universidad Nacional Agraria La Molina (Lima, Perú), donde actualmente se desempeña como docente. Integra el Foro Internacional de Mujeres Meteorólogas (FEMIMET). Su labor científica se centra en la meteorología sinóptica y tropical. Además, forma parte del Círculo de Investigación Meteorología Sinóptica y Teledetección (CIMST).

Palabras clave: Ondas atmosféricas, El Niño Global, El Niño Costero, Oscilación Madden –Julian, lluvias extremas

Citar como: Chavez Mayta, E., Mayta, C. V., Lin, Q.-J., y Adames Corraliza, Á. F. (2025). Ondas tropicales atmosféricas en eventos 'El Niño Costero' sobre la costa occidental de América del Sur. Boletín científico El Niño, Instituto Geofísico del Perú, vol. 13 n.o 03, págs. 4-10.

¿Cuál es la contribución de esta investigación para los tomadores de decisiones?

Esta investigación aporta información útil para la gestión integral del cambio climático porque ayuda a reconocer mejor qué condiciones atmosféricas pueden aumentar el riesgo de lluvias extremas en la costa peruana. El estudio muestra que, durante eventos de El Niño Costero, la Oscilación de Madden–Julian y otras ondas atmosféricas tropicales pueden favorecer precipitaciones intensas, especialmente en la temporada lluviosa, cuando muchas zonas del país enfrentan mayor exposición. Esta evidencia puede ayudar a fortalecer el monitoreo climático, mejorar la interpretación de señales de alerta y dar más sustento a decisiones de prevención, preparación y respuesta ante inundaciones y otros impactos asociados a lluvias intensas. En conjunto, ofrece insumos que pueden apoyar una gestión pública más anticipada y mejor informada frente a riesgos climáticos.

Resumen

Examinamos la actividad de las ondas atmosféricas durante los eventos de El Niño Costero, con énfasis en la costa occidental de América del Sur. Mediante un análisis espectral, se identificó un aumento significativo en la actividad de ondas Kelvin, ondas de Rossby ecuatoriales (ER), ondas de Inerciales–Gravedad hacia el Oeste (WIG) y la Oscilación de Madden–Julian (MJO) sobre esta región. Estas ondas atmosféricas tropicales presentan una intensificación marcada durante el periodo de enero a marzo, coincidente con la temporada en la que se han registrado eventos recientes de precipitación extrema en las costas norte y central del Perú. Asimismo, se examina la influencia de dos tipos de El Niño: los eventos tipo E (denominados en este estudio como “El Niño Global”) y los eventos de El Niño Costero (denominado como “El Niño Costero Local”). Además, se presta especial atención a la MJO debido a su papel en la modulación de la convección tropical a escalas intraestacionales y su interacción con la variabilidad de baja frecuencia asociada a la fase cálida de El Niño.

Los resultados muestran que, durante los eventos de El Niño Global, la actividad de la MJO es más débil o menos significativa sobre la región de estudio. En contraste, durante los eventos de El Niño Costero, la MJO exhibe una actividad más intensa, alcanzando valores elevados que favorecen la ocurrencia de precipitaciones intensas a lo largo de la costa norte del Perú y Ecuador. Estos hallazgos sugieren que la MJO se asocia con la ocurrencia de las lluvias extremas bajo condiciones de El Niño Costero, contribuyendo a una mejor comprensión de los mecanismos atmosféricos asociados a estos eventos.

1. Introducción

En el Perú, el monitoreo del Fenómeno El Niño es crucial debido a los severos impactos locales que genera. Los eventos fuertes de El Niño pueden convertir regiones áridas del norte y centro peruano en zonas de lluvias torrenciales e inundaciones significativas (Takahashi et al., 2014). Estas anomalías climáticas afectan gravemente los recursos marinos y la agricultura local. Esta vulnerabilidad se refleja en proyecciones oficiales: durante un episodio extremo, se estima que millones de personas y vivien-

das en cientos de distritos podrían verse afectadas, especialmente en departamentos como Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca, La Libertad, Áncash, y Lima (CENEPRED, 2012).

La estación lluviosa en el Perú transcurre aproximadamente de septiembre a abril, alcanzando sus picos máximos durante los meses de verano (Lagos et al., 2008). Bajo condiciones climáticas normales, la costa occidental de Sudamérica, en particular el norte peruano, recibe precipitaciones muy escasas (Figura 2). Sin embargo, durante los eventos de El Niño costero el calentamiento de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región tropical oriental (zona Niño 1+2) favorece lluvias sobre excepcionales en la costa norte del Perú (Woodman y Takahashi, 2014). Asimismo, la intensidad de este impacto depende, además, de la época del año en que ocurra el calentamiento oceánico, por lo que este factor debe considerarse en futuros estudios climáticos. A escalas subestacionales (2–90 días), las ondas atmosféricas ecuatoriales cumplen un papel crucial en la organización de la convección tropical y la variabilidad de las precipitaciones. Estas perturbaciones ondulatorias —ondas Kelvin, ondas de Rossby ecuatoriales, ondas de gravedad, entre otras— se propagan desde la superficie hasta niveles altos de la troposfera y pueden amplificar los episodios lluviosos. De hecho, se ha documentado que las ondas tropicales ecuatoriales controlan una fracción sustancial de la variabilidad subestacional de la precipitación en los trópicos (Mayta et al., 2023). Sin embargo, simular con precisión estas ondas en modelos de circulación general sigue siendo un desafío (Kiladis et al., 2009). Por ello, los análisis espacio-temporales (espectrales) de las ondas atmosféricas ecuatoriales son herramientas útiles para estudiar la variabilidad pluviométrica en Sudamérica.

Además, la interacción dinámica entre las anomalías de TSM y la circulación atmosférica asociada a las ondas atmosféricas tropicales es clave para entender los mecanismos físicos subyacentes. La modulación de las precipitaciones por estas ondas depende no solo de las condiciones térmicas oceánicas, sino también de la fase y amplitud de las ondas, así como de su acoplamiento con otros fenómenos de mayor escala, como la Oscilación Madden-Julian (MJO). Comprender este acoplamiento interesalar es fundamental para mejorar las predicciones de episodios extremos de lluvia. Para fines de divulgación científica, este texto adapta los principales hallazgos del estudio original de Mayta et al. (2024).

2. Datos y metodología

Nuestro análisis se basa principalmente en datos de satélites, precipitación e índices oceánicos y atmosféricos.

2.1 Datos utilizados e identificación de las ondas tropicales atmosféricas en términos de la frecuencia (ciclo por día) y número de onda zonales

La convección tropical profunda se identificó usando datos diarios de radiación de onda larga saliente (OLR, por sus

siglas en inglés) de satélites polares de la NOAA (NESDIS). Estos registros interpolados (Liebmann & Smith, 1996) abarcan el periodo 1980–2018 con resolución espacial de $2,5^\circ \times 2,5^\circ$. En zonas ecuatoriales, los bajos valores de OLR indican nubosidad densa y lluvias intensas. Dado que la dinámica de las ondas ecuatoriales convectivamente acopladas (CCEW, por sus siglas en inglés) está vinculada estrechamente con la variabilidad de las precipitaciones tropicales, el OLR se usa como proxy de la convección para el análisis espectral de las ondas.

Para extraer las ondas atmosféricas ecuatoriales se aplicó el método de Wheeler y Kiladis (1999), basado en la transformada rápida de Fourier (FFT) al OLR en el dominio espacio-temporal. Este procedimiento descompone la señal convectiva en componentes de número de onda (zonales) y frecuencia (ciclos/día), permitiendo identificar las distintas ondas ecuatoriales según la teoría de Matsuno (1966). El análisis espectral se realizó previamente sobre segmentos temporales de 90 días (enero–marzo, 1980–2018). Para cada segmento se calculó el espectro de potencia mediante la FFT en longitud y tiempo y, posteriormente, la potencia espectral se promedió en la banda ecuatorial comprendida entre 15°S y 15°N . Los espectros obtenidos se normalizaron respecto de un espectro de fondo suavizado, siguiendo el procedimiento de Wheeler y Kiladis (1999), y los máximos espectrales resultantes se asociaron con los diferentes modos de las ondas ecuatoriales a partir de su distribución en el espacio número de onda - frecuencia y su correspondencia con las curvas de dispersión teóricas (p. ej., Mayta et al., 2023, 2024).

2.2 Relación entre El Niño y las lluvias sobre costa occidental de América del Sur

El análisis de precipitación utilizó los datos CHIRPS (alta resolución) basados en satélites y estaciones (Funk et al. 2015). También se emplearon los índices de anomalías de temperatura superficial del mar E y C (Takahashi et al. 2011) y el Índice Costero El Niño (ICEN) (Takahashi et al., 2014). Se encontró la correlación entre estos índices y la precipitación, que los eventos Niño Pacífico Oriental (con valores altos del índice E, “El Niño global” como 1982–83 y 1997–98) se asocian directamente con aumentos significativos de lluvia en la costa occidental de Sudamérica, mientras que los episodios de El Niño Costero (como 2017 y 2023, “El Niño Costero local”) afectan principalmente la costa norte de Perú. Esta distinción permitió evaluar su impacto diferencial sobre la precipitación en la costa de América del Sur.

2.3 Influencia de la Oscilación de Madden-Julian (MJO) y las ondas convectivamente acopladas en la ocurrencia de lluvias durante eventos de El Niño

Para analizar la MJO, se utilizó el índice Multivariado en Tiempo Real de la MJO (RMM, por sus siglas en inglés) (Wheeler & Hendon, 2004), correspondiente a las dos primeras componentes principales de los campos de OLR y viento zonal a 850 hPa y 200 hPa. El diagrama de fases de RMM permitió seguir la evolución de la MJO en ocho fases. Para las otras ondas (p. ej. Ondas de Kelvin, Rossby), se usó la misma técnica de Wheeler & Hendon, 2004. Posteriormente, se compuso un mapa de precipitación promedio (composite) para las fases activas de las ondas (fases 8+1) usando datos de lluvia filtrados (climatología 1984–2018). En estos mapas los contornos sólidos indican lluvia por encima del promedio y los discontinuos, valores por debajo (como método estándar de composites MJO). Para evaluar la significancia estadística de las anomalías filtradas de lluvia, se aplicó la prueba t de Welch ($\alpha=0,05$) comparando la media en días activos de MJO contra la climatológica; se rechazó la hipótesis nula cuando $p \leq 0,05$, identificando así anomalías de lluvia estadísticamente significativas en la región.

3. Resultados y discusión

Los resultados en el análisis espacio-temporal del OLR (usado como proxy de convección) en la región 180°W–60°W, 15°N–15°S, revelan picos espectrales claros correspondientes a ondas ecuatoriales. La Figura 1 muestra el componente ecuatorial simétrico de la OLR. Se excluye la componente asimétrica del análisis debido a que la mayoría de las perturbaciones (p. ej., las ondas del este) son más activas durante el invierno austral (Kiladis et al., 2009). Se observan picos de energía significativas en los dominios de número de onda y frecuencia propios de las ondas Kelvin, WIG (ondulatorias de inercia-gravedad hacia el oeste), ondas de Rossby ecuatoriales y la MJO, las cuales coinciden con las curvas de dispersión de Matsuno (1966) y Wheeler & Kiladis (1999). En enero–abril se observan ondas Kelvin marcadas (número de onda ~2–15, periodo ~2.5–15 días, hacia el este) con picos significativos cerca de 6 días, coherentes con Kiladis et al. (2009).

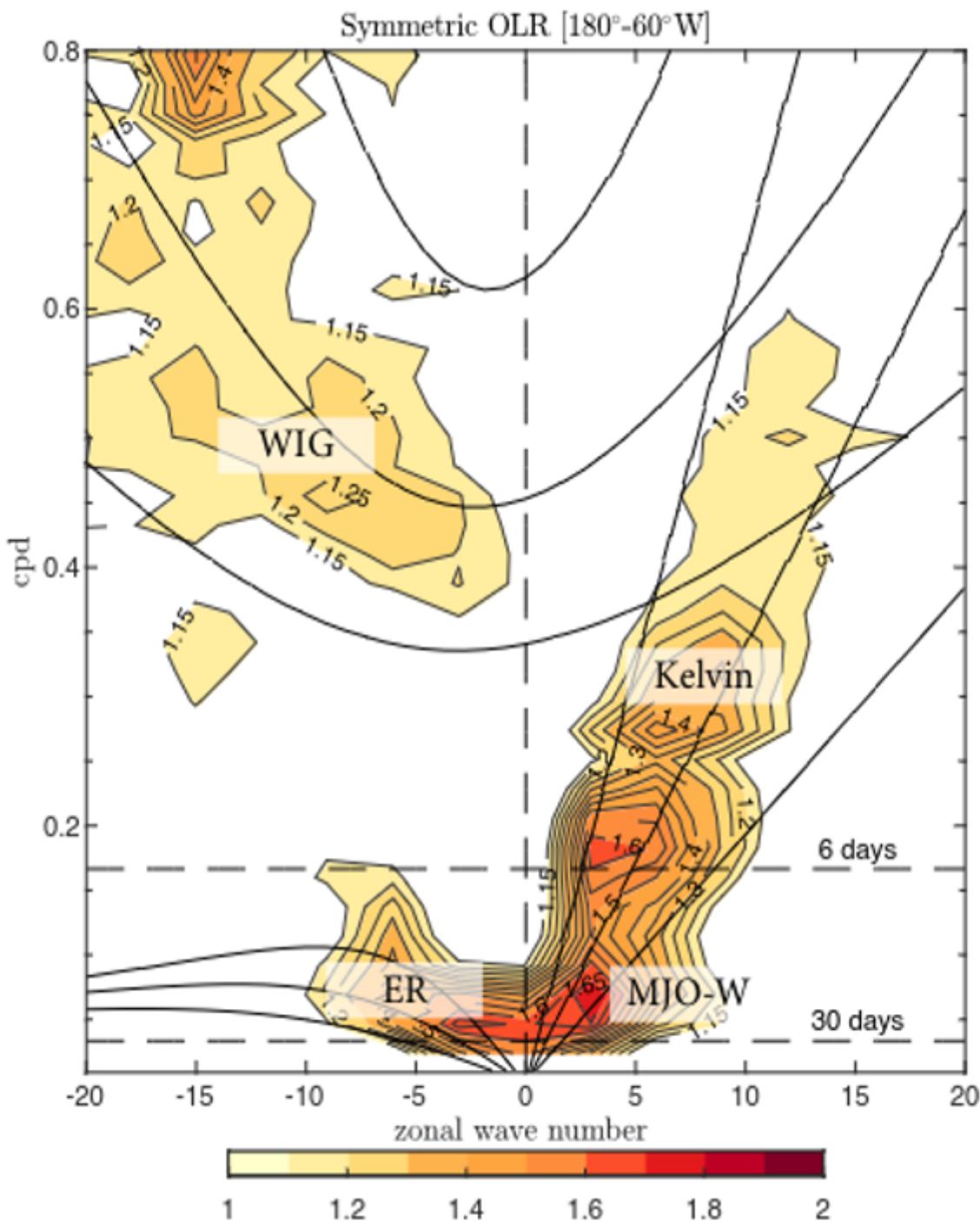


Figura 1. Espectro espacio-temporal OLR calculado para 15°N-15°S y 180°W – 60°W para el periodo de enero a abril desde 1984 hasta 2018. Las curvas de dispersión teóricas (Matsuno, 1966) corresponden a las alturas equivalentes de 8, 50 y 90 m. Las flechas indican el sentido de propagación de las ondas tropicales.

Las ondas WIG aparecen en ~1–2 días (propagación hacia el oeste) y las ondas de Rossby en 10–30 días alrededor del número de onda 5, todas dentro de la banda ecuatorial. En la escala intraestacional (periodo ~20–45 días), a diferencia de otras regiones, se observa picos espectrales en la banda de números de onda 1–4, con un marcado pico en números de onda 1–2 y periodo ~30 días. Esta escala planetaria corresponde a la frecuencia y escala espacial de la MJO cuando se propaga fuera de la piscina caliente del Océano Índico y Pacífico Oeste. En estas condiciones, la MJO se propaga más rápido (mayor a 10 m/s), y solo vuelve a propagar más lento cuando se acopla con mucha convección o TSM más cálida. Estos resultados concuerdan con estudios previos, según los cuales la MJO y las ondas convectivamente acopladas identificadas durante este periodo controlan

una fracción sustancial de la precipitación tropical y muestran su mayor actividad en el verano austral (Liebmann & Smith 1996; Mayta et al., 2021, 2023).

Una vez identificada la actividad de las ondas atmosféricas que modulan las precipitaciones en el verano, el siguiente paso es observar el resultado de la interacción océano-atmosférica durante eventos de El Niño. Durante episodios de El Niño global (Índice E), como el año 1997-98, el calentamiento de las aguas del Pacífico oriental se extiende a gran escala y se asocia con precipitaciones extremas en la costa norte del Perú. De manera similar, los eventos de El Niño Costero, en los que el calentamiento está más focalizado a la región Niño 1+2 (ej. 2017), también muestran aumentos de lluvia sobre la costa (Figura 2).

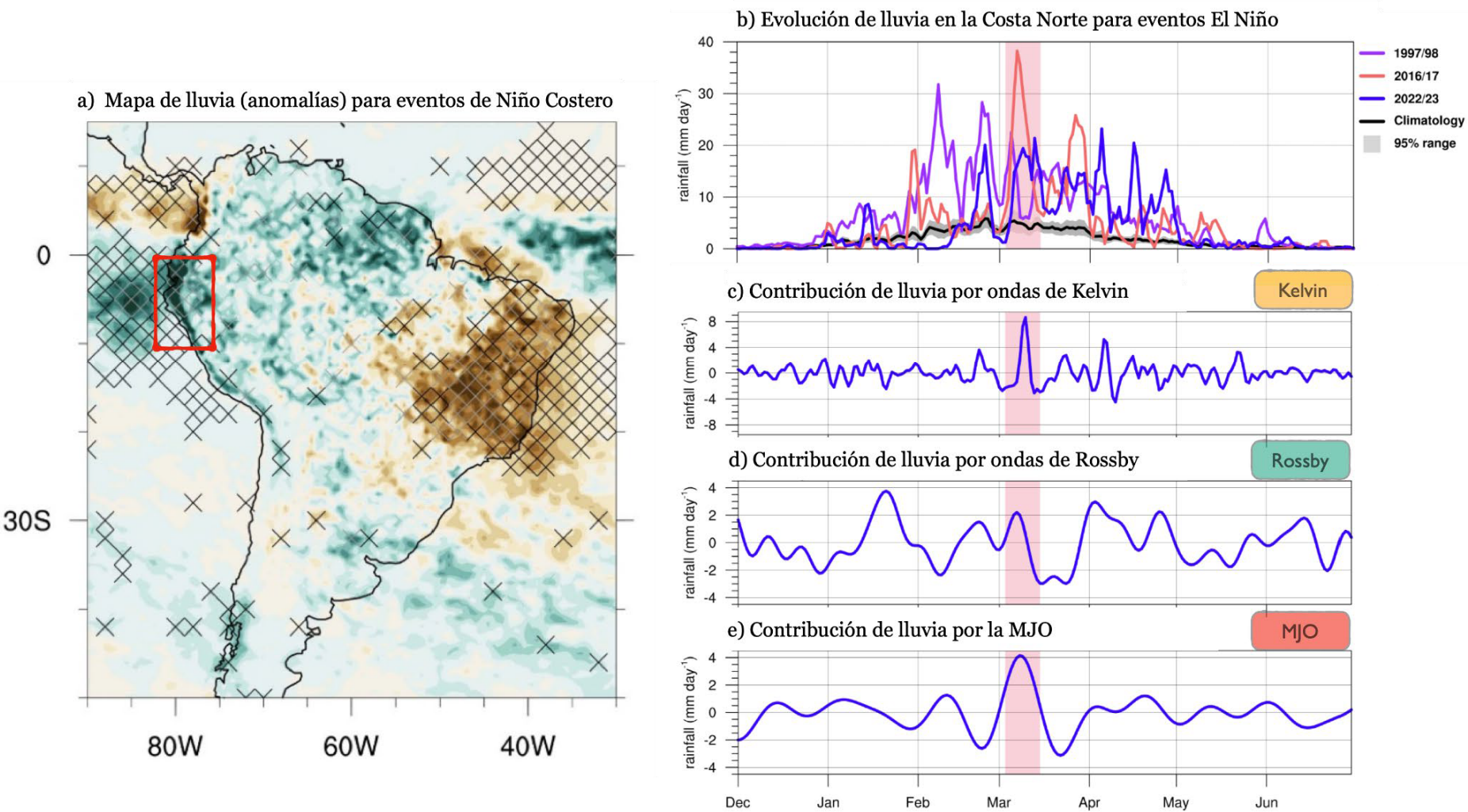


Figura 2. (a) Patrón de lluvias durante eventos de El Niño Costero. Serie temporal de precipitaciones durante los eventos de El Niño del 1997,2017 y 2023 y su climatología (b) calculada en la Costa Norte entre 7,5°S-0°; 82,5°W-80°W. Serie temporal de contribución de la lluvia durante asociada a las ondas de Kelvin (c), Rossby (d), y la MJO (e). Adaptado de Mayta et al., 2024.

Como se muestra en la Figura 2, ambos tipos de eventos presentan valores de precipitación por encima de su climatología (Lagos et al., 2008). Además, ondas tropicales como la Kelvin y MJO amplifican estos efectos (Figura 2 c, e). Por ejemplo, en febrero-marzo de 2023, la fase activa de la

MJO (Figura 3) coincidió con un pico excepcional de precipitación. En ese sentido, estos resultados sugieren que el monitoreo conjunto de los índices de Niño E y Costero, junto con la actividad de la MJO, puede aportar información útil para interpretar episodios de lluvia extrema.

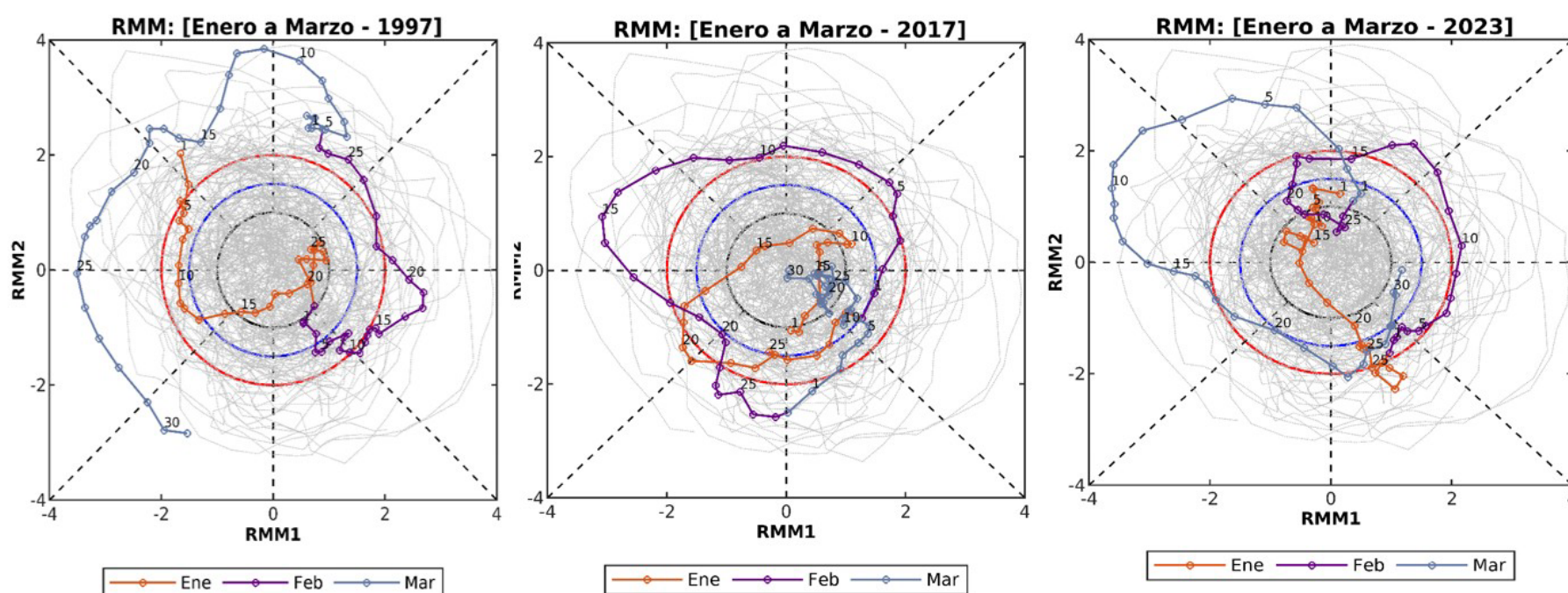


Figura 3. Diagrama de fases para la Oscilación de Madden–Julian durante la temporada de enero a marzo para los años de 1997, 2017 y 2023. En el eje “x” se plotean los valores PC1 (RMM1) y en el eje “y” PC2 (RMM2). Las líneas de colores representan los meses de enero (naranja), febrero (morado), y marzo (azul), para los años de evento de El Niño del 1997, 2017 y 2023, respectivamente. El círculo negro representa amplitud=1 (MJO activa), círculo azul amplitud= 1.5 (MJO fuerte), y círculo rojo representa amplitud= 2 (MJO extremadamente fuerte).

Dado que la MJO mostró una contribución importante en El Niño Costero 2023, analizamos si el patrón se repitió en los eventos pasados. Para cuantificar objetivamente la intensidad de la MJO, se construyó el diagrama de fases (RMM1, RMM2), para los otros eventos. Se definieron categorías de actividad según la amplitud de RMM. Durante El Niño global

de 1998, la MJO estuvo prácticamente inactiva en enero, comenzó a activarse en febrero y alcanzó amplitud extremadamente activa (≥ 3) en marzo. En el caso del evento costero de 2017, la MJO también alcanzó amplitudes muy altas (≥ 3) en febrero, coincidiendo con lluvias intensas en la costa norte.

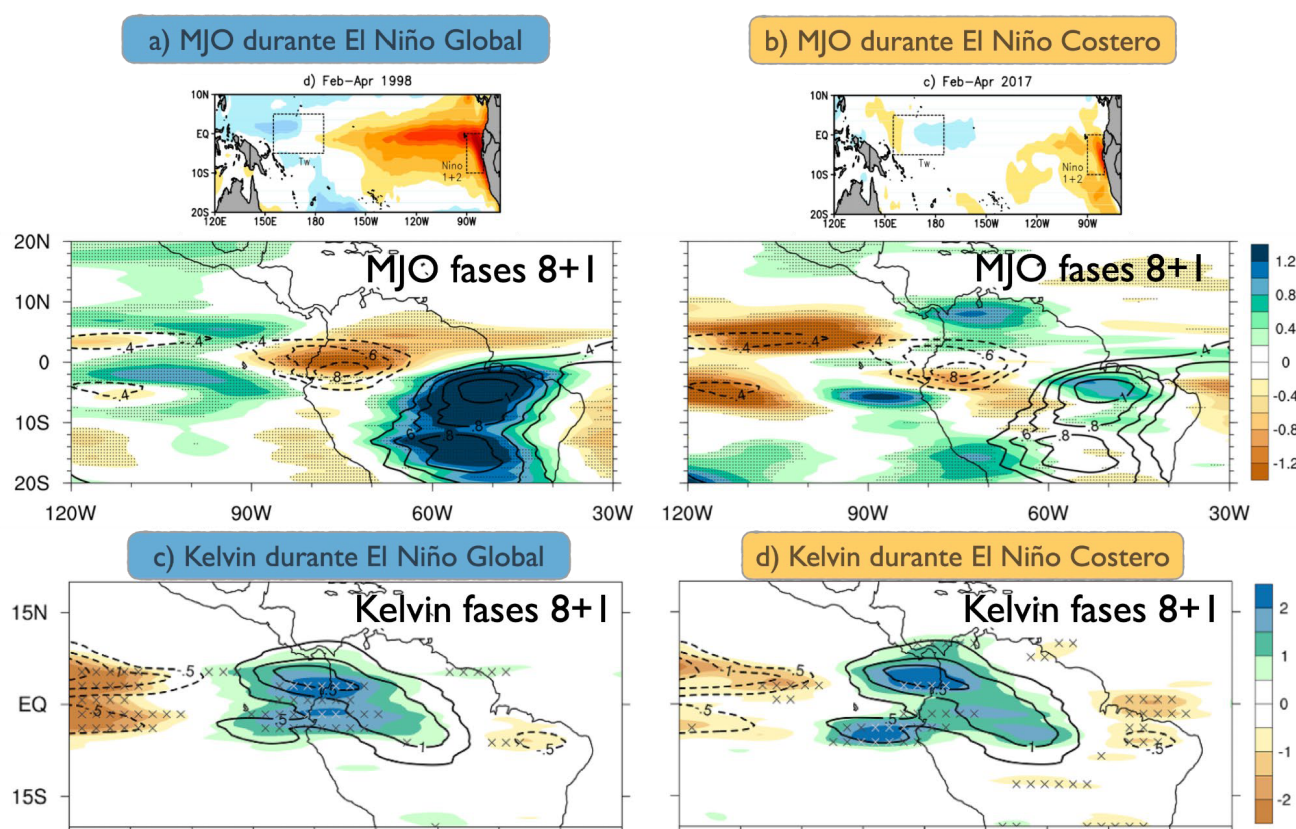


Figura 4. Mapas compuestos de precipitación filtrada en mm/día (sombreado) para la Oscilación Madden–Julian y Kelvin en las fases 8 y 1 para El Niño Global (izquierdo) y Costero(derecho). Los contornos representan la estructura convectiva climatológica en las fases 8+1, donde los contornos sólidos y discontinuos representan anomalías positivas y negativas. Adaptado de Mayta et al., 2024; Takahashi, 2017.

¿De qué manera se manifiesta la intensidad de estas ondas mediante anomalías pluviométricas extremas? La Figura 4 ilustra la precipitación asociada a la MJO y a las ondas Kelvin durante sus fases activas (8+1). Nuestros resultados revelan marcados contrastes en el impacto de la MJO sobre las precipitaciones de la costa norte y central del Perú al comparar eventos de El Niño Global y El Niño Costero. Durante El Niño Global, las anomalías de precipitación fueron prácticamente nulas (conservando un patrón similar a

la climatología), lo que sugiere que su influencia es poco significativa. Por el contrario, durante El Niño Costero se observan anomalías positivas significativas a lo largo de toda la costa peruana. En contraste, las ondas Kelvin exhiben un comportamiento más consistente, generando anomalías positivas que concuerdan con su patrón climatológico, solo que más intensas (Figuras 4c, d). Esto evidencia una influencia determinante en la modulación de la convección tanto en condiciones de El Niño Global como de El Niño Costero.

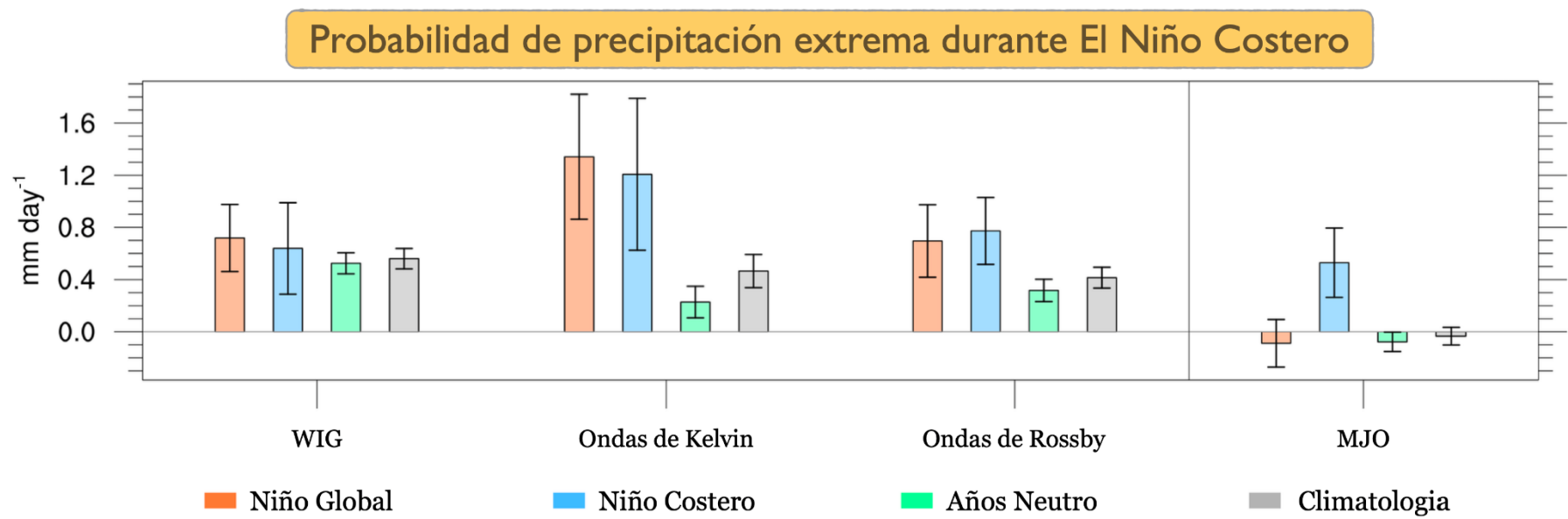


Figura 5. Compuesto de precipitación filtrada (mm d⁻¹) para la ondas Kelvin, WIG, Rossby y MJO sobre (7,5° S-0°, 82,5°O-80°O). La barra de color representa la contribución promedio de cada tipo de onda a la convección y precipitación durante eventos de El Niño global (naranja), eventos de El Niño costero local (azul), condiciones neutras (verde) y períodos climatológicos (gris), con el intervalo de confianza del 95 % para el compuesto de datos. Adaptado de Mayta et al., 2024.

La Figura 5 compara el impacto de la Oscilación de Madden-Julian (MJO) y de las ondas ecuatoriales convectivamente acopladas sobre las anomalías de precipitación durante eventos de El Niño (Global y Costero) en relación con la climatología. En el caso de las ondas WIG, no se observan diferencias significativas respecto a la climatología ni frente a los años neutros. Por el contrario, y como se demostró anteriormente, las ondas Kelvin exhiben una clara intensificación en la precipitación asociada durante los episodios de El Niño. En estos periodos, los acumulados de precipitación pueden llegar a triplicarse respecto a la media climatológica; además, la ocurrencia de estas ondas es más frecuente cuando la TSM en el Pacífico oriental presenta anomalías cálidas (Mayta et al., 2021). Asimismo, las ondas de Rossby aportan una contribución pluviométrica sustancial. La actividad asociada a estas ondas durante eventos de El Niño, particularmente en El Niño Costero, puede generar el doble de precipitación en comparación con los episodios de Rossby registrados en condiciones neutras.

Finalmente, la MJO destaca por ser más intensa durante El Niño Costero (Figura 3) y por abarcar casi la totalidad de la costa peruana (Figura 4). Además, las anomalías positivas de precipitación asociadas a la MJO son considerablemente mayores durante estos eventos cálidos frente a su actividad en años sin El Niño. Aunque las tasas de precipitación instantánea de la MJO podrían no ser extremas por sí solas,

el acoplamiento de su fase activa con un fondo cálido de la TSM modula el entorno a gran escala, creando condiciones altamente favorables para la convección profunda mediante tres mecanismos: (i) La configuración de un área extensa de baja presión que facilita la advección de humedad desde la cuenca amazónica y el Pacífico ecuatorial norte, forzando un desplazamiento anómalo de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) hacia el sur. (ii) La modulación de la circulación oceánico-atmosférica que, por ejemplo, en 2023, propició la génesis del ciclón “Yaku”, intensificando el transporte de humedad del Pacífico este hacia el continente. (iii) La escala temporal de la MJO (intraestacional), permite que estas condiciones puedan persistir durante aproximadamente una semana, resultando en los acumulados de lluvia catastróficos registrados durante los eventos de El Niño Costero de 2017 y 2023 (Figura 2b).

4. Conclusiones

Este estudio demuestra que la variabilidad de lluvia extrema en la costa peruana no depende únicamente del calentamiento oceánico, sino del acoplamiento sinérgico con las ondas ecuatoriales y principalmente de la Oscilación de Madden-Julian (MJO). Un hallazgo fundamental es el impacto asimétrico de la MJO: mientras su influencia es marginal durante El Niño Global y años no Niño, se convierte en un forzante dominante durante El Niño Costero. A diferencia de

la MJO, las ondas Kelvin y de Rossby actúan como amplificadores consistentes, llegando a triplicar y duplicar los acumulados de precipitación, respectivamente.

Durante El Niño Costero, el potencial impacto de la MJO radica en crear condiciones atmosféricas a gran escala durante varios días favoreciendo el desplazamiento de la ZCIT y modulación de circulación inusual como el ciclón "Yaku". Por consiguiente, el monitoreo exclusivo de índices oceánicos resulta insuficiente; la inclusión de la MJO y las ondas ecuatoriales en los sistemas de alerta temprana es imperativa para anticipar eventos extremos y mitigar sus impactos socioeconómicos.

Referencias

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). (2012, agosto). El Fenómeno El Niño. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/1097>

Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A., & Michaelsen, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, 2(1), Article 150066. <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>

Kiladis, G., Wheeler, M. C., Haertel, P. T., Straub, K. H., & Roundy, P. E. (2009). Convectively coupled equatorial waves. *Reviews of Geophysics*, 47(2), RG2003. <https://doi.org/10.1029/2008RG000266>

Lagos, P., Silva, Y., Nickl, E., & Mosquera, K. (2008). El Niño-related precipitation variability in Peru. *Advances in Geosciences*, 14, 231–237. <https://doi.org/10.5194/adgeo-14-231-2008>

Liebmann, B., & Smith, C. A. (1996). Description of a complete (interpolated) outgoing longwave radiation dataset. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77(6), 1275–1277. <https://www.jstor.org/stable/26233278>

Matsuno, T. (1966). Quasi-Geostrophic Motions in the Equatorial Area. *Journal of the Meteorological Society of Japan. Series II*, 44(1), 25–43. https://doi.org/10.2151/jmsj1965.44.1_25

Mayta, V. C., Kiladis, G. N., Dias, J., Silva Dias, P. L., & Gehne, M. (2021) Convectively Coupled Kelvin Waves over Tropical South America. *Journal of Climate*, 34, 6531–6547. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-20-0662.1>

Mayta, V. C., & Adames, Á. F. (2023). Moist Thermodynamics of Convectively Coupled Waves over the Western Hemisphere. *Journal of Climate*, 36, 2765–2780. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-22-0435.1>

Mayta, V. C., Lin, Q.-J., Adames, Á. F., & Chavez Mayta, E. (2024). Impact of tropical waves on extreme rainfall events during coastal El Niño. *Environmental Research Letters*, 19(9), 094037. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad6ced>

Silva, Y. (2014). La estacionalidad del impacto de El Niño en las lluvias en el Perú. *Boletín técnico: Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, 1(11), 4–7. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5052>

Takahashi, K. (2017). Fenómeno El Niño: "Global" vs "Costero". *Boletín técnico: Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, 4(4), 4–7. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5101>

Takahashi, K., Montecinos, A., Goubanova, K., & Dewitte, B. (2011). ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. *Geophysical Research Letters*, 38(10), L10704. <https://doi.org/10.1029/2011GL047364>

Takahashi, K., Mosquera, K. y Reupo, J. (2014). El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización. *Boletín técnico: Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, 1(2), 8–9. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/4639>

Wheeler, M. C., & Hendon, H. H. (2004). An all-season real-time multivariate MJO index: Development of an index for monitoring and prediction. *Monthly Weather Review*, 132(8), 1917–1932. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(2004\)132<1917:AA RMMI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(2004)132<1917:AA RMMI>2.0.CO;2)

Wheeler, M. C., & Kiladis, G. N. (1999). Convectively Coupled Equatorial Waves: Analysis of Clouds and Temperature in the Wavenumber– Frequency Domain. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 56(3), 374–399. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1999\)056<0374:CCEWAO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1999)056<0374:CCEWAO>2.0.CO;2)

Woodman, R. y Takahashi, K. (2014). ¿Por qué no llueve en la costa del Perú (salvo durante El Niño)? *Boletín técnico: Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, 1(6), 4–7. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5046>

PERCEPCIÓN SOCIAL Y PRÁCTICAS DE QUEMA AGRÍCOLA ASOCIADAS AL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES EN ECOSISTEMAS ALTOANDINOS

Pilar Iruri^{1,2}, Ricardo Zubieta¹, y Mélida Román^{1,3}

¹ Dirección de Ciencias de la Atmósfera, Hidrósfera y Cambio Climático, Instituto Geofísico del Perú (IGP), Lima, Perú
² Maestría en Cambio Climático y Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), Cusco, Perú
³ Maestría en Suelos, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima, Perú

Palabras clave: percepción social, quema agrícola, incendios forestales, matorrales altoandinos, organización comunal

Citar como Iruri, P., Zubieta, R., & Román, M. (2026). Percepción social y prácticas de quema agrícola asociadas al riesgo de incendios forestales en ecosistemas altoandinos. Boletín científico El Niño, Instituto Geofísico del Perú, Vol. 13 n.º 03 págs. 11-18.

¿Cuál es la contribución de esta investigación para los tomadores de decisiones?

Esta investigación identifica las prácticas de quema agrícola, los factores que favorecen el descontrol del fuego y la percepción de la población sobre el riesgo de incendios forestales en dos comunidades altoandinas de Cusco. El estudio muestra que, aunque la quema continúa siendo una práctica ampliamente utilizada por razones productivas y culturales, la población reconoce la importancia de adoptar medidas preventivas, como elegir horarios con menor viento, aumentar la participación durante las quemas y fortalecer la organización comunal. Además, evidencia que los acuerdos internos, las sanciones comunales y los mecanismos locales de coordinación pueden contribuir a reducir el riesgo de incendios. Estos resultados aportan evidencia para fortalecer las estrategias de prevención, promover acciones de capacitación y mejorar la articulación entre las instituciones públicas y la organización comunal en la gestión del riesgo de incendios forestales.

Resumen

La quema agrícola es una práctica ancestral utilizada para eliminar residuos y preparar los terrenos para el cultivo, sin embargo, puede perderse el control del fuego y derivar en incendios forestales que afectan los ecosistemas andinos. A pesar de ello, existe poca información sobre las prácticas de quema realizadas por la población local y su relación con los incendios ocurridos en ecosistemas de matorrales altoandinos. El objetivo de este estudio fue comprender la percepción social sobre esta práctica y reconocer alternativas de organización comunal que permitan reducir el riesgo de incendios forestales. El estudio se desarrolló en las comunidades de Toccoarani y Santa Lucía, provincia de Acomayo, Cusco, mediante entrevistas a autoridades locales y encuestas aplicadas a 52 personas de la población local. Los resultados muestran que los comuneros participantes reconocen la insuficiencia de acciones preventivas, como la elección adecuada del horario de quema, el número de personas participantes y la disponibilidad de materiales para controlar el fuego, factores que podrían contribuir a la ocurrencia de incendios. A pesar de la prohibición y las sanciones legales, la quema agrícola continúa practicándose por tradición y necesidad. No obstante, los resultados sugieren que los acuerdos comunales y las sanciones internas dentro de la comunidad, podrían contribuir a prevenir que las quemas agrícolas se conviertan en incendios forestales, al fortalecer la responsabilidad colectiva y la organización local.

1. Introducción

La quema de residuos agrícolas es una práctica considerada de bajo costo para la limpieza de terreno, pero riesgosa, que en el Perú origina alrededor del 30 % de los incendios forestales (Manta, 2017). En la región Cusco, las quemas de formaciones vegetales constituyen un problema recurrente asociado a prácticas agrícolas tradicionales que, con frecuencia, se realizan sin técnicas adecuadas y pueden derivar en incendios (Farfán & Hurtado, 1996). Asimismo, la acumulación de biomasa durante el periodo sin lluvias favorece la propagación del fuego (Ccanchi, 2021). Además, el 80 % de los incendios del país ocurre en la región andina (Zubieta et al. 2021). No obstante, el uso del fuego ha formado parte de prácticas agropecuarias tradicionales para la limpieza de terrenos y la renovación de pastizales, con efectos sobre diversos ecosistemas (SERFOR, 2018; Álvarez, 2022).

Los ecosistemas forestales altoandinos protegen el suelo, contribuyen a regular el ciclo hidrológico y sostienen especies nativas (MINAM, 2011). Sin embargo, resultan especialmente vulnerables durante periodos prolongados sin lluvias, debido a la reducción de la humedad en la vegetación, lo que la hace más susceptible a incendiarse. Este es el caso del sur del Perú, una región particularmente afectada por incendios forestales (Manta et al., 2018). Por ejemplo, en la provincia de Acomayo (Cusco), donde el 74,2 % de la población

económicamente activa depende de la agricultura y la ganadería, la recurrencia de incendios amenaza el equilibrio ecológico y los medios de vida rurales. Solo en el distrito de Pomacanchi se registraron 24 incendios entre 2013 y 2024 (INDECI, 2024).

Dado el peso de las actividades agropecuarias de la zona, resulta necesario analizar la percepción de la población local, recoger sus propuestas y medidas para evitar la propagación del fuego y promover mecanismos de organización comunitaria (Román et al., 2024). El objetivo de este artículo es conocer la percepción social sobre el uso del fuego en dos comunidades de la provincia de Acomayo, en la región

Cusco, y proponer alternativas que podrían contribuir a reducir el riesgo de incendios forestales.

2. Datos y Metodología

El estudio se realizó en las comunidades campesinas de Toccoarani y Santa Lucía, ubicadas en el distrito de Pomacanchi, provincia de Acomayo, departamento del Cusco (Figura 1), seleccionadas por ubicarse en una zona con alta incidencia de incendios forestales. La toma de datos en campo se realizó mediante encuestas dirigidas a la población local y entrevistas semiestructuradas aplicadas a las autoridades locales (Figuras 2 y 3).

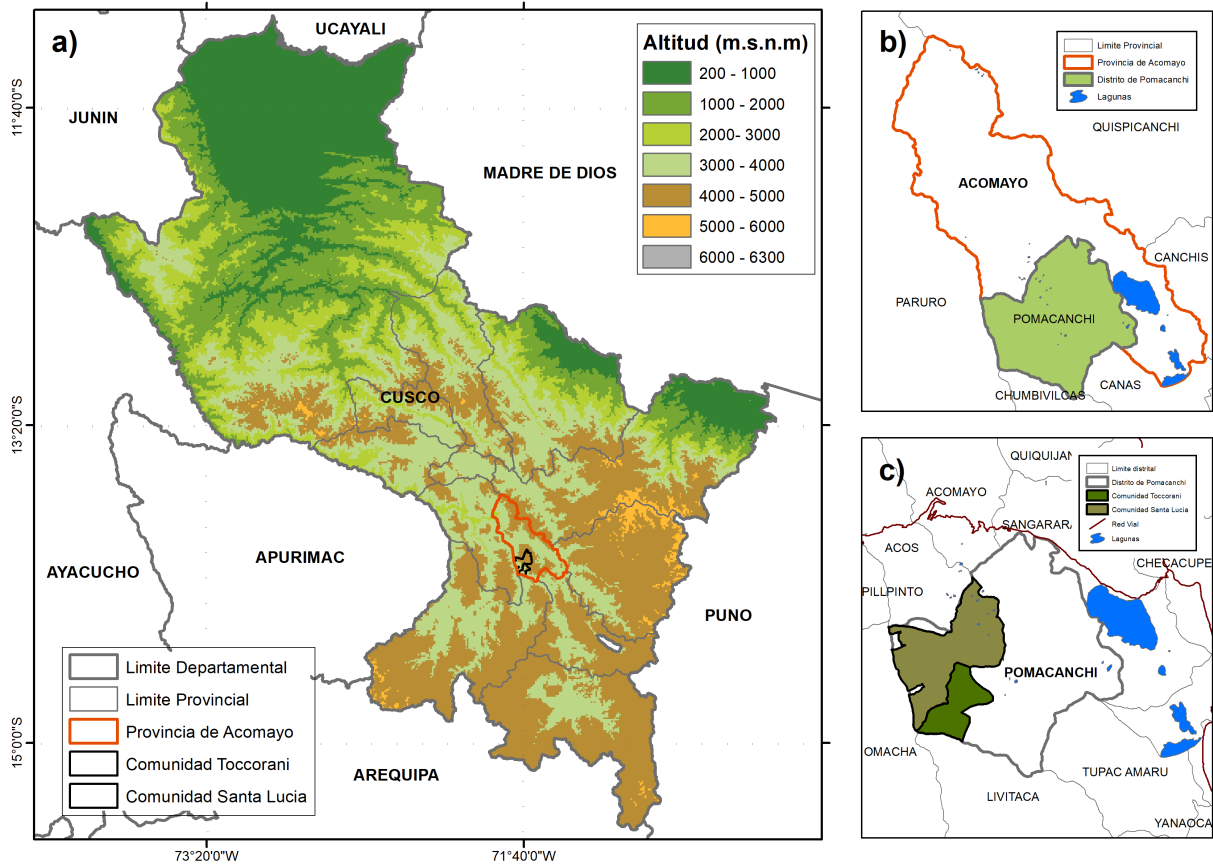


Figura 1. Área de estudio: a) zonas de estudio en la región Cusco; b) ubicación en la provincia de Acomayo, donde se aplicaron las encuestas; c) comunidades Santa Lucía y Toccoarani.

El estudio empleó un enfoque mixto que combinó encuestas estructuradas con preguntas abiertas y cerradas (Hernández et al., 2014). Las encuestas estuvieron orientadas a recopilar información sobre prácticas de quema, percepción del riesgo, medidas preventivas y organización comunal. La

población encuestada estuvo conformada por 52 personas (32 en Toccoarani y 20 en Santa Lucía), con representación de ambos sexos y de diferentes grupos etarios, y autoridades comunales (Tabla 1).

Tabla 1. Características de la población encuestada

Variable	Toccoarani (n=32)	Santa Lucía (n=20)
Sexo		
Varones	62 %	60 %
Mujeres	38 %	40 %
Edad		
≥ 40 años	59 %	60 %
< 40 años	41 %	40 %
Autoridades entrevistadas	3	6

3. Resultados y discusión

3.1 La quema agrícola y factores de descontrol del fuego

Los resultados de las encuestas sugieren que la limpieza agrícola en las comunidades de Toccoarani y Santa Lucía se realiza principalmente mediante la quema a cielo abierto de residuos de cultivos como trigo, cebada, haba, papa y maíz. Este resultado coincide con lo reportado en estudios previos en los Andes peruanos (Román et al., 2024; Álvarez et al., 2023; Condori, 2021; Taboada-Hermoza y Martínez,

2025). Esta práctica se observa en ambas comunidades, donde el 83 % de los encuestados en Toccoarani y el 80 % en Santa Lucía utilizan el fuego como principal método de limpieza del terreno (Tabla 2).

El estudio se realizó en las comunidades campesinas de Toccoarani y Santa Lucía, ubicadas en el distrito de Pomacanchi, provincia de Acomayo, departamento del Cusco (Figura 1), seleccionadas por ubicarse en una zona con alta incidencia de incendios forestales. La toma de datos en campo se realizó mediante encuestas dirigidas a la población local y entrevistas semiestructuradas aplicadas a las autoridades locales (Figuras 2 y 3).



Figura 2. Encuesta en Santa Lucía – Mujer participante en la encuesta (izquierda) y encuestadora (derecha).



Figura 3. Encuesta en Toccoarani – Presidencia comunal

Este resultado es consistente con Álvarez et al. (2023), quienes señalan que el uso del fuego persiste debido a su bajo costo, rapidez y facilidad para habilitar terrenos agrícolas, además de la percepción de que las cenizas aportan nutrientes al suelo. De manera complementaria, Taboada-Hermoza y Martínez (2025) destacan que la quema agrícola continúa siendo una práctica sociocultural arraigada en comunidades altoandinas, vinculada directamente a los ciclos productivos y a la subsistencia familiar. En este contexto, los encuestados

informan una acumulación promedio de 300 kg de rastrojo por hectárea, lo que incrementa la carga de combustible vegetal y, por lo tanto, el riesgo de incendios.

Los comuneros identifican como principales factores asociados al descontrol de las quemas a: a) el viento intenso, b) las sequías prolongadas, c) la acumulación de material vegetal, y d) la baja participación de personas durante la quema. Estos factores pueden traer como resultado que una quema

agrícola derive en un incendio forestal, lo cual coincide con lo señalado por Manta (2017) y con estudios recientes que destacan la interacción entre variables ambientales y sociales en la propagación de incendios forestales (Álvarez et al., 2023; Taboada-Hermoza y Martínez, 2025). Asimismo, estos resultados son consistentes con lo reportado por Cruz et al. (2025), quienes identifican al viento, la sequedad de los pastizales y la carga de combustible como los principales factores que favorecen el descontrol del fuego en la región Puno, ubicada en el sur del Perú.

En ese sentido, la Tabla 2 presenta una síntesis interpretativa del uso del fuego, en que la predominancia de quemas familiares y la reducida participación local podrían reforzar la vulnerabilidad frente a incendios. Esto es consistente con lo que señalan Cruz et al. (2025), quienes destacan que la disponibilidad de personas es un factor crítico en el control del fuego. De igual forma, Taboada-Hermoza y Martínez (2025) evidencian que la disminución de la participación comunal y la pérdida de conocimientos tradicionales influyen en prácticas más riesgosas, incrementando la probabilidad de incendios no intencionales. En este marco, los resultados refuerzan la importancia de considerar el origen antrópico de muchos incendios forestales, asociado al uso inadecuado del fuego en actividades agropecuarias.

Pese a los riesgos asociados, solo el 11% de la población encuestada —principalmente mujeres con parcelas pequeñas— opta por la descomposición natural de residuos, cifra que representa el total de ambas comunidades, lo que evidencia una limitada adopción de alternativas sostenibles. Esto se refleja en la baja proporción de prácticas alternativas distintas al uso del fuego, descrito Toccoarani (17%) y Santa Lucía (20 %). Este patrón coincide con lo reportado por Álvarez et al. (2023), Taboada-Hermoza y Martínez (2025), y Cruz et al. (2025), quienes señalan que el uso del fuego continúa siendo predominante pese al reconocimiento de sus riesgos. El limitado uso de alternativas diferentes, como el compostaje, podrían estar relacionado con los costos de su implementación y con limitada disponibilidad de estudios de costo-beneficio.

3.2 Prácticas tradicionales de la quema agrícola y formas de intervención

En ambas comunidades, el 86 % de la población encuestada que realiza quemas lo hace de manera familiar, mientras que el 14 % lo hace de manera individual, predominando en personas mayores de 40 años. Este patrón refleja una práctica arraigada a nivel doméstico más que comunal, lo que evidencia la ausencia de planificación colectiva formal. Este resultado coincide con lo reportado por Álvarez et al. (2023), Álvarez et al. (2025) y Taboada-Hermoza y Martínez (2025), quienes señalan que el uso del fuego en comunidades altoandinas tiende a desarrollarse a escala familiar, con una progresiva reducción de mecanismos comunales de organización. En ambas comunidades no se registran mecanismos organizados de quema comunal (Tabla 2).

Antes de la quema, se efectúa la limpieza del terreno y la acumulación de rastrojos en pequeños montículos para controlar mejor el fuego (Álvarez et al., 2023). En terrenos con pendientes pronunciadas, la quema se inicia de arriba hacia abajo para evitar su propagación. Se emplean ramas de

arbustos provenientes de matorrales locales para apagar llamas descontroladas y se priorizan horarios con menor intensidad de viento, especialmente durante la madrugada y la mañana.

Estas prácticas evidencian un conocimiento empírico del manejo del fuego. De hecho, el 93 % de los encuestados que realizan quemas agrícolas pertenecientes en ambas comunidades, manifestó que las quemas se realizan en horarios tempranos, lo cual coincide con los resultados de Cruz et al. (2025), quienes señalan que la población rural prefiere realizar quemas en la mañana debido a la menor intensidad del viento. En la misma línea, Álvarez et al. (2025) destacan que la selección del momento de quema responde a condiciones ambientales específicas como humedad y velocidad del viento que permiten un mayor control del fuego, mientras que Taboada-Hermoza y Martínez (2025) confirman que estas decisiones forman parte de saberes locales orientados a reducir riesgos. Del mismo modo, la participación de entre tres y cinco personas observadas en el estudio es consistente con lo reportado por dichos autores, quienes destacan que el número de participantes influye directamente en la capacidad de control del fuego.

Sin embargo, las quemas realizadas en horas de la tarde o noche, con menor número de participantes, presentan mayor probabilidad de descontrol, especialmente cuando son ejecutadas por personas mayores de 60 años. Esta situación coincide con Cruz et al. (2025), así como con Álvarez et al. (2025) y Taboada-Hermoza y Martínez (2025), quienes advierten que la combinación de horarios inadecuados, condiciones climáticas adversas y limitada organización incrementa significativamente el riesgo de incendios forestales.

3.3 Alternativas ante la quema agrícola

El 88 % de los pobladores encuestados manifiesta que continúan utilizando la quema agrícola para eliminar rastrojos y limpiar las chacras, principalmente entre agosto y septiembre: 94 % en Toccoarani y 80 % en Santa Lucía (Tabla 2). Este comportamiento es consistente con lo señalado por Álvarez et al. (2023), Álvarez et al. (2025), Cruz et al. (2025) y Taboada-Hermoza y Martínez (2025), quienes indican que el uso del fuego persiste debido a la falta de alternativas viables, accesibles y de bajo costo, así como por su arraigo cultural en las comunidades rurales altoandinas.

La población desconoce en gran medida las funciones del Estado en materia de prevención de incendios; sin embargo, también manifiesta que las comunidades han desarrollado sistemas autónomos de regulación y sanción, lo cual coincide con lo reportado por Taboada-Hermoza y Martínez (2025), quienes destacan el rol de las normas comunales y sanciones locales en la regulación del uso del fuego ante la limitada intervención institucional. Estas prácticas se describen a continuación:

En Toccoarani, las sanciones incluyen multas económicas. Estas pueden entenderse como una compensación a la comunidad por los daños ocasionados. En algunos casos, también podría incluirse la pérdida temporal del derecho de uso de la chacra, debido a impactos graves como la muerte de ganado, personas heridas y la pérdida de especies nativas. En Santa Lucía, la participación obligatoria en el control de incendios bajo pena de multa ha fortalecido la respuesta

comunitaria. No obstante, los pobladores exponen su salud al carecer de equipos adecuados de protección, especialmente en zonas cercanas al complejo arqueológico y turístico de Waqrapukara, uno de los principales atractivos turísticos de la provincia de Acomayo.

Este escenario coincide con Cruz et al. (2025) y Taboada-Hermoza y Martínez (2025), quienes señalan que la respuesta comunal frente a incendios suele ser reactiva y basada en la cooperación y en mecanismos locales de control, pero con limitaciones en equipamiento, planificación y prevención. Esto evidencia la necesidad de fortalecer la organización comunitaria mediante brigadas de prevención y planes formales de intervención, para reducir el riesgo de incendio. En este contexto, y en el marco del Plan Multisectorial de Incendios Forestales (PCM, 2025), algunas iniciativas se vienen dando desde el SERFOR, con la campaña “Prevenir un incendio forestal cuesta menos que combatirlo”, y desde SERNANP en Áreas Naturales Protegidas (2025).

Aunque los pastizales herbáceos afectados por el fuego pueden recuperarse estacionalmente debido al rol que ejerce la lluvia (Loza y Roque, 2022; Gutiérrez et al., 2024), los

incendios recurrentes originados por quemas en zonas agrícolas podrían generar la pérdida de especies nativas de matorrales altoandinos (Ccanchi, 2021; Román et al., 2024). Este es el caso de arbustos nativos como el chachacomo, chinchillcoma, llaulli y retama, sobre los cuales existe incertidumbre acerca de su recuperación posterior al uso del fuego o a un incendio forestal. En este sentido, Álvarez et al. (2025) advierten que los cambios en el uso del fuego y en las prácticas agrícolas pueden alterar significativamente la dinámica de los ecosistemas altoandinos, especialmente cuando se incrementa la frecuencia de quemas.

Asimismo, el uso del fuego puede afectar la presencia de abejas y la polinización de frutales, lo que podría impactar directamente en la economía local. Un estudio reciente indica que la recuperación de pastizales afectados por incendios puede tardar hasta cuatro años, dependiendo de la severidad del evento (Román et al., 2025). No obstante, existe incertidumbre sobre los impactos del fuego en ecosistemas de matorrales, lo cual coincide con Taboada-Hermoza y Martínez (2025), quienes señalan la necesidad de mayor investigación sobre los efectos ecológicos diferenciados del fuego en la puna.

Tabla 2. Porcentajes de población encuestada, que describe o caracteriza el uso del fuego agrícola en función a una dimensión y variable de análisis propuesta para Toccoarani y Santa Lucía

Dimensión	Variable	Toccoarani (%)	Santa Lucía (%)	Interpretación
Motivo del uso del fuego	Limpieza del terreno	83	80	En ambas comunidades el fuego constituye una práctica estructural asociada al manejo agrícola tradicional.
	Descomposición natural de residuos (sin fuego)	17	20	Santa Lucía evidencia una ligera mayor apertura hacia alternativas al uso del fuego.
Tipo de quema	Familiar	93	75	Predomina la quema en el entorno familiar, lo que indica ausencia de planificación colectiva formal.
	Individual	7	25	La práctica individual podría incrementar el riesgo de descontrol.
	Comunal	0	0	No se registran mecanismos organizados de quema colectiva.
Horario de quema	Mañana	84	80	Se observa conocimiento empírico orientado a reducir el riesgo asociado a las condiciones de viento.
	Tarde	10	0	La quema vespertina es mínima y solo se presenta en Toccoarani.
	No realiza quema	6	20	Corresponde a los encuestados que indicaron no realizar quemas agrícolas.

Participación	Solo 1 persona	17	19	Una proporción menor realiza la quema de forma individual.
	1–2 personas	53	43	Predomina la mano de obra limitada, lo que podría dificultar el control ante emergencias.
	3–5 personas	30	38	Se registra participación familiar ampliada en menor proporción.
Uso del fuego para disponer del rastrojo	Sí	94	80	Toccorani presenta mayor dependencia del fuego como estrategia de manejo productivo.
	No	6	20	Santa Lucía muestra mayor proporción de prácticas alternativas al uso del fuego para la disposición del rastrojo.
Percepción de aumento de incendios	Sí	85	80	Existe una alta percepción del incremento de incendios forestales durante los últimos cinco años en ambas comunidades.
Organización ante incendios	Cooperación sin plan formal	80	80	La respuesta comunitaria es reactiva y no estructurada.
	Brigadas comunales	0	0	Se observa ausencia total de brigadas organizadas de prevención o control.
	Aplicación de multas comunales	No	Sí	Santa Lucía aplica multas comunales como mecanismo de control, mientras que en Toccorani no se reportó esta medida.
	Pérdida temporal de uso de chacra	Sí	No	Solo se reporta en Toccorani como medida adicional de sanción.

Nota. Los porcentajes de la variable “Participación” fueron calculados únicamente sobre los encuestados que realizan quemas agrícolas.

Frente a esta situación, el 75 % de la población encuestada propone fortalecer los permisos comunales y los sistemas de alerta vecinal, mientras que el 25 % sugiere prohibir completamente el uso del fuego. Este resultado también coincide con Cruz et al. (2025), quienes reportan que el 74 % de la población encuestada en Puno prefiere limitar el uso del fuego antes que prohibirlo. Asimismo, es coherente con Taboada-Hermoza y Martínez (2025), quienes advierten que los enfoques centrados únicamente en la prohibición no consideran plenamente las dinámicas socioculturales y productivas asociadas al uso del fuego. En conjunto, estos hallazgos sugieren una tendencia hacia enfoques de manejo regulado más que estrictamente restrictivos.

En este sentido, los resultados sugieren que la reducción del riesgo de incendios forestales no debe centrarse únicamente

en la prohibición del uso del fuego, sino en su manejo integral, la capacitación técnica y el fortalecimiento de la organización comunal. Tal como señalan Álvarez et al. (2025), Cruz et al. (2025) y Taboada-Hermoza y Martínez (2025), resulta fundamental implementar estrategias integrales que incorporen el conocimiento local, consideren las condiciones socioeconómicas y promuevan la participación activa de las comunidades.

4. Conclusiones

Se realizaron 52 encuestas a pobladores locales y entrevistas a autoridades comunales. Los resultados muestran que la quema agrícola continúa siendo la principal forma de eliminar rastrojos, alcanzando el 94 % de los encuestados en Toccorani y el 80 % en Santa Lucía. Las comunidades reconocen que el viento fuerte, la sequía y la acumulación de rastro-

jos aumentan el riesgo de incendios. Sin embargo, sólo entre el 30 % y 38 % de los encuestados realiza la quema en grupos de trabajo de 3 a 5 personas, lo que puede dificultar el control del fuego.

Alrededor del 80 % de los encuestados señala que la respuesta frente a incendios es reactiva, sin planificación formal, y que no existen brigadas comunales formales. Este escenario habría favorecido que las comunidades propongan o apliquen sanciones internas, como multas o apoyo obligatorio.

Solo el 12 % de la población encuestada reporta haber adoptado la descomposición natural de residuos como alternativa al uso del fuego. Este resultado evidencia la limitada adopción de prácticas distintas a la quema agrícola, por lo que resulta necesario promover y evaluar alternativas viables para el manejo de los residuos agrícolas en las comunidades.

Finalmente, el 75 % de las familias encuestadas propone mejorar la organización de las quemas mediante permisos comunales y avisos entre vecinos, mientras que el 25 % prefiere prohibir el uso del fuego.

5. Referencias

- Álvarez, S., Martínez, A. G., Zubieta, R., & Ccanchi, Y. (2025). Rethinking the agricultural use of fire and its influence on the occurrence of wildfire in high Andean communities of Cusco, Peru. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 128, 105702. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2025.105702>
- Álvarez, S., Zubieta, R., Martínez, A. G., & Ccanchi, Y. (2023). Uso del fuego y el rol de la población durante quemas e incendios forestales en Cusco. *Boletín científico El Niño*, 10(5), 4–10. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5509>
- Ccanchi, Y. (2021). Evaluación de sequías y del riesgo potencial a la ocurrencia de incendios forestales en ecosistemas altoandinos mediante uso de sensores remotos [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5195>
- Condori, L. (2021). Percepción de la educación ambiental a los pobladores para evitar incendios forestales en el sector de Calcapampa-Echarate-La Convención-Cusco, 2020 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58640>
- Cruz, W., Zubieta, R., & Román, M. (2025). La quema de pastizales y los incendios forestales en Puno: enfoque social. *Boletín científico El Niño*, 12(3), 12–18. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5714>
- Farfán, A., & Hurtado, F. (1996). Las quemas e incendios de formaciones vegetales en la Región Inka: Los casos de los valles de Paucartambo, La Convención y Yanatile. Instituto de Manejo del Agua y Medio Ambiente (IMA) – Región Inka. <https://www.unsaac.edu.pe/wp-content/uploads/2023/03/QuemasIncendiosIMA.pdf>
- Gutierrez-Flores, I., Panca, M., & Oyague, E. (2024). Fire as driver of plant communities and soil properties changes in Puna grasslands in Southern Peruvian Andes. *Environmental Challenges*, 17, 101044. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2024.101044>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2024). Base de datos de emergencias por incendios forestales 2013–2024. Gobierno del Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2018). Perfil sociodemográfico 2017: Informe nacional. Gobierno del Perú. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/
- Loza-Del Carpio, A., & Roque Huanca, B. (2022). Effect of prescribed burning on the nutritional value of aerial Schoenoplectus tatora stems, Lake Titicaca, Peru. *Bioagro*, 34(3), 253–264. <https://doi.org/10.51372/bioagro343.5>
- Manta, M. (2017). Contribución al conocimiento de la prevención de los incendios forestales en la sierra peruana. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Manta, M., Kometter, R., & Navia, A. (2018). Evaluation of wildfire danger in the Peruvian Andes: First step for its reduction and adaptation. In D. X. Viegas (Ed.), *Advances in forest fire research 2018* (pp. 44–56). https://doi.org/10.14195/978-989-26-16-506_4
- Meza, L. (2021). La regulación del cambio climático referida a los incendios forestales y la pérdida de la biodiversidad en el Perú [Trabajo de investigación de bachiller, Universidad Científica del Sur]. Repositorio Institucional UCSUR. <https://doi.org/10.21142/tb.2021.1771>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2011). Definiciones y criterios para la clasificación de los ecosistemas del Perú. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.
- Presidencia del Consejo de Ministros. (2025). Plan multisectorial ante incendios forestales 2025–2027. <https://www.gob.pe/institucion/pcm/informes-publicaciones/6395418-plan-multisectorial-ante-incendios-forestales-2025-2027>
- Román, M., Zubieta, R., Ccanchi, Y., Martínez, A. G., & Álvarez, S. (2024). Percepción comunitaria de las prácticas de quema para la ocurrencia de incendios en pastizales en Cusco. *Boletín científico El Niño*, 11(4), 11–19. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5713>
- Román, M., Zubieta, R., Ccanchi, Y., Martínez, A. G., Paucar, Y., Álvarez, S., Loayza, J., & Ayala, F. (2025). La

recuperación de los pastizales afectados por incendios en Cusco. Boletín científico El Niño, 12(3), 4–11.
<http://hdl.handle.net/20.500.12816/5713>

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). (2018). Plan de prevención y reducción de riesgos de incendios forestales. Ministerio de Agricultura y Riego.
<https://www.gob.pe/institucion/serfor/informes-publicaciones/1122794-plan-de-prevencion-y-reduccion-de-riesgos-de-incendios-forestales>

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado . (2025, 11 de febrero). SERNANP asume nuevos retos para garantizar la conservación de las áreas protegidas y la biodiversidad del Perú [Nota de prensa].
<https://www.gob.pe/institucion/sernanp/noticias/1107401-sernanp-asume-nuevos-retos-para-garantizar-la-conservacion-de-las-areas-protegidas-y-la-biodiversidad-del-peru>

Taboada-Hermoza, R., & Martínez, A. G. (2025). “No one is safe”: Agricultural burnings, wildfires and risk perception in two agropastoral communities in the Puna of Cusco, Peru. *Fire*, 8(2), Article 60.
<https://doi.org/10.3390/fire8020060>

Zubieta, R., Prudencio, F., Ccanchi, Y., Saavedra, M., Sulca, J., Reupo, J., & Alarco, G. (2021). Potential conditions for fire occurrence in vegetation in the Peruvian Andes.

RESUMEN INFORME TÉCNICO

n.º PPR/EL NIÑO-IGP/2026-02

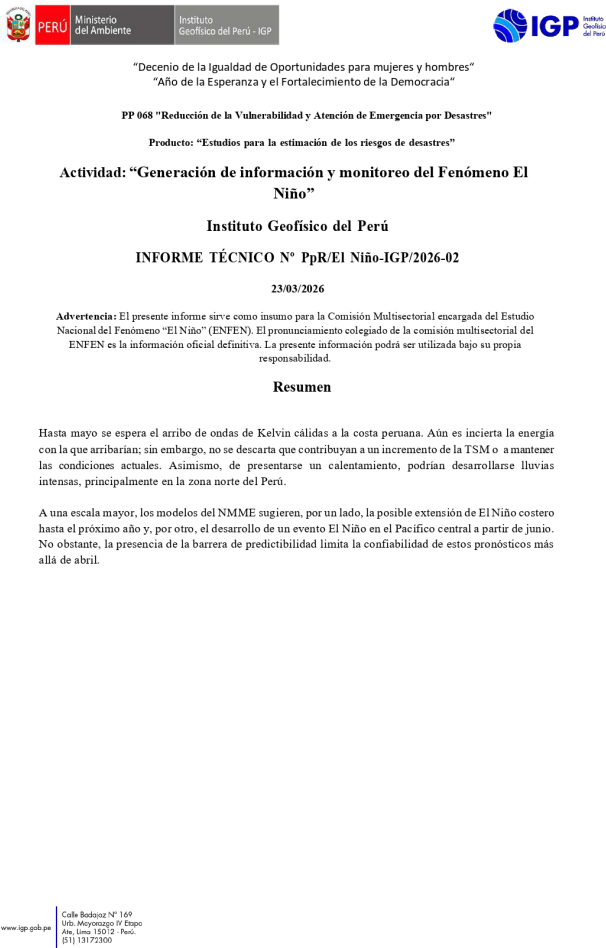
Publicado el 23 de marzo de 2026

Hasta mayo se espera el arribo de ondas de Kelvin cálidas a la costa peruana. Aún es incierta la energía con la que arribarían; sin embargo, no se descarta que contribuyan a un incremento de la TSM o a mantener las condiciones actuales. Asimismo, de presentarse un calentamiento, podrían desarrollarse lluvias intensas, principalmente en la zona norte del Perú.

A una escala mayor, los modelos del NMME sugieren, por un lado, la posible extensión de El Niño costero hasta el próximo año y, por otro, el desarrollo de un evento El Niño en el Pacífico central a partir de junio.

No obstante, la presencia de la barrera de predictibilidad limita la confiabilidad de estos pronósticos más allá de abril.

El informe técnico completo se encuentra disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12816/5821>



Advertencia: El presente informe sirve como insumo para la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). El pronunciamiento colegiado de la comisión multisectorial del ENFEN es la información oficial definitiva. La presente información podrá ser utilizada bajo su propia responsabilidad.

COMUNICADO OFICIAL

EFEN n.º 05 – 2026



ESTUDIO NACIONAL DEL
FENÓMENO "EL NIÑO"

COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA
DEL ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO "EL NIÑO" – ENFEN
Decreto Supremo n.º 007-2017-PRODUCE

Estado del sistema de alerta: **Alerta de El Niño Costero**¹

Publicado el 13 de marzo de 2026

La Comisión Multisectorial del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), con base en el análisis de las condiciones oceánicas y atmosféricas observadas hasta la fecha, así como en la evaluación de los pronósticos de los modelos climáticos nacionales e internacionales actualizados, mantiene el estado de "Alerta de El Niño Costero" ya que considera más probable que El Niño Costero se extienda hasta diciembre del presente año, con una magnitud débil por lo pronto. Sin embargo, no se descarta que podría alcanzar la magnitud moderada en otoño.

Por otro lado, en el Pacífico central (región Niño 3.4, Figura 1), siguen siendo más probable la condición neutra hasta junio de 2026 (Figura 2). A partir de julio es más probable el desarrollo de El Niño en esta región, con magnitud débil.

El pronóstico vigente de marzo – mayo 2026 indica lluvias superiores a lo normal en la costa norte, con una

mayor probabilidad de episodios de lluvias de moderada a fuerte intensidad, sin descartar eventos extremos durante marzo. Asimismo, se prevén temperaturas del aire superiores a sus rangos normales en la costa. En cuanto al pronóstico hidrológico se prevé que en los ríos de la Región Hidrográfica del Pacífico predominen caudales superiores a lo normal principalmente en marzo y abril. Asimismo, se espera el incremento en la frecuencia e intensidad de crecidas repentinas y activación de quebradas. En relación con los recursos pesqueros, se prevé que en las próximas semanas la disponibilidad de las especies transzonales bonito y perico continúe a lo largo del litoral peruano. Asimismo, se espera que continúe el desplazamiento de especies indicadoras de aguas de la zona ecuatorial hacia la zona central del mar peruano. Se recomienda a los tomadores de decisiones adoptar medidas correspondientes a la reducción del riesgo de desastres, así como acciones de preparación para la respuesta ante peligros inminentes, emergencias o desastres. Asimismo, se sugiere dar seguimiento cons-

¹ Alerta de El Niño Costero: De acuerdo al análisis de las condiciones oceánicas y atmosféricas observadas y de la predicción de los modelos climáticos, la Comisión ENFEN considera que El Niño Costero es inminente, ya se ha iniciado o continuará en los siguientes meses. Al inicio del texto del CO se indicará la magnitud más probable del evento y su posible duración. (Nota Técnica ENFEN 02-2026; <https://enfen.imarpe.gob.pe/download/nota-tecnica-enfen-02-2026sistema-de-alerta-ante-el-nino-costero-y-la-nina-costera/?wpdmdl=1988&refresh=698e1316b93ee1770918678>)

² Las condiciones mensuales se establecen en base al valor del ICEN. En el caso de la condición neutra, esta corresponde cuando el valor del ICEN es mayor o igual que -0.7 y menor o igual que +0.5 (Nota Técnica ENFEN 01-2024; <https://enfen.imarpe.gob.pe/download/nota-tecnica-enfen-01-2024-definicion-operacional-de-los-eventos-el-nino-costero-y-la-nina-costera-en-el-peru/>). Para el caso del Pacífico central, la condición neutra se considera cuando el valor del ONI es mayor que -0.5 y menor que +0.5 (https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php).

³ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-69.pdf>

⁴ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-69.pdf>

⁵ Actualmente, el IMARPE continúa ejecutando el Crucero de Evaluación de anchoveta y otros

tante a los escenarios de riesgo, avisos meteorológicos y pronósticos estacionales, para las acciones correspondientes. Por otro lado, se exhorta a la población a mantenerse informada a través de las fuentes oficiales del ENFEN. La Comisión Multisectorial del ENFEN continuará monitoreando la evolución de las condiciones oceánicas, atmosféricas, biológicas-pesqueras e hidrológicas, y actualizando las perspectivas. La emisión del próximo Comunicado Oficial ordinario será el viernes 27 de marzo de 2026. Para más información, consultar el Informe Técnico en el siguiente enlace:

<https://enfen.imarpe.gob.pe/download/informe-tecnico-enfen-ano-12-n05-al-12-de-marzo-de2026/?wpdmdl=2011&refresh=69b45d1209e90177342798>

INSTITUCIONES MIEMBROS DEL ENFEN





@igp.peru



@igp_peru



@igp.peru



@igp_videos



@institutogeofisicodelperu



@igp.peru