



# IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS DE “OLAS DE FRÍO EXTREMO” EN LA AMAZONÍA PERUANA

Nota Técnica 001  
SENAMHI-DGM-2015

---

---

Kelita Quispe Vega  
Luis Alfaro Lozano  
Nelson Quispe Gutiérrez



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Servicio Nacional de  
Meteorología e Hidrología  
del Perú - SENAMHI

# IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS DE “OLAS DE FRÍO EXTREMAS” EN LA AMAZONIA PERUANA

## RESUMEN

En la presente Nota Técnica, se realiza el análisis estadístico de toda la información disponible de las temperaturas extremas en la estación Genero Herrera (selva norte) para definir umbrales de temperatura y categorizar a la incursión de los friajes como Olas de Frio en la Amazonía Peruana - OFAP. Las caídas bruscas de temperatura que perduren como mínimo 3 días consecutivos y que las temperaturas máximas y mínimas se encuentran por debajo del percentil 5 ( $T_x < 27.2^{\circ}\text{C}$  y  $T_m < 19.6^{\circ}\text{C}$ ) serán categorizados como OFAP. Así también se realizó casos estudios para encontrar los patrones de circulación que están asociados a dichos eventos en el cual se encontró la presencia de una Alta Migratoria (AM) asociado a una vaguada en altura que propicia advección de vorticidad positiva para apoyar su desplazamiento hacia el norte de Argentina y consecuentemente la advección de temperatura en superficie que se direcciona hasta la selva norte el Perú en el cual dependiendo de su duración mínima será categorizado como OFAP.

## I. INTRODUCCIÓN

En la Amazonía peruana se presentan eventos de caídas bruscas de temperatura en pocas horas, principalmente en el periodo de invierno, donde la temperatura del aire sufre caídas significativas hasta de  $15^{\circ}\text{C}$ . Estos eventos suelen generar impactos en los diferentes cultivos sensibles a estos cambios bruscos de temperatura en especial cuando se encuentran en periodo de floración, así también e impacto en la salud de la población.

Este evento de descenso de temperatura del aire en la Amazonia peruana que en adelante denominaremos “Ola de Frío en la Amazonia Peruana: OFAP” es asociado comúnmente con un evento conocido localmente como “Friaje”. El friaje es definido como un frente frío que avanza desde el extremo sur del continente Sudamericano hasta la Amazonía central en la época de menor precipitación. La temperatura del aire disminuye en algunas horas en  $10^{\circ}$  ó  $20^{\circ}\text{C}$  registrando valores extremadamente bajos para la región tropical continental. Estos eventos están asociados a vientos de alta velocidad provenientes del sur (Marengo, 1983).

Típicamente, estos frentes ingresan por la selva sur logrando generar el descenso brusco de la temperatura máxima y mínima. La extensión del área afectada dependerá

de las características físicas de la masa de aire polar y la intensidad de su ingreso al continente. Algunos eventos son tan severos que llegan a afectar región norte de Sudamérica (Marengo et al, 1997a).

El patrón de circulación atmosférica condicionante para el ingreso de un friaje hacia la Amazonía peruana, se debe a la existencia de grandes centros de baja presión en el Atlántico y al norte de las islas Malvinas, simultáneamente se debe presentar un gran sistema de alta presión al sur del océano Pacífico frente a las costas del sur de Chile (Celemín, 1984), así también Quispe (2006), encontró la formación de un sistema de baja presión sobre la región ciclógenética igualmente encontrado por Seluchi (1995), quienes concluyen como la región que propicia un mejor ingreso de la masa de aire frío direccionándolo hacia el norte de Argentina, logrando ingresar a la Amazonia peruana y generando descensos bruscos de la temperatura del aire.

## II. FENOMENOLOGÍA

### 2.1 FRIAJE

En el análisis sinóptico de superficie, los elementos claves son la presencia de un Anticiclón Migratorio (anticiclón de núcleo frío) que se desplaza desde el sureste del Pacífico hacia el sur de Argentina, así mismo la formación de un sistema de baja presión (ciclogénesis) sobre la región ciclógenética, para luego profundizarse sobre el sureste del continente (Atlántico). En niveles altos se presenta una vaguada fría profunda que se posiciona sobre el sistema anticiclónico en el Pacífico y apoya con advección de vorticidad hacia niveles medios y bajos, permitiendo que la circulación anticiclónica se fortalezca y adquiera mayor expansión; así mismo hacia niveles medios y bajos adquiera propiedades frías por medio de la advección térmica fría el sistema anticiclónico se convierte en un Anticiclón Migratorio (AM); mientras esta vaguada se va desplazando hacia el este, en niveles bajos la AM también inicia su recorrido en la misma dirección. Al encontrarse con la Cordillera de Los Andes, una barrera natural, el sistema se expande hacia el sur y posteriormente ingresa a continente adquiriendo mayor expansión logrando desplazarse hacia el norte. Adicional al sistema en altura, el gradiente de presión generado por el ingreso de la alta migratoria y el sistema ciclónico favorecido por la ciclogénesis apoyan a la intensificación del viento meridional hacia el norte, lo cual permite la advección de aire frío hacia la Amazonía peruana, por otro lado el desplazamiento de la masa fría hacia el norte va perdiendo características frías a medida que vaya avanzando hacia el norte.

## 2.2 OLAS DE FRÍO

Los efectos de importancia de estos eventos de OFAP, son las caídas bruscas de temperatura sobre la amazonia peruana; por lo tanto, para tener una mejor referencia de la invasión de aire frío se hace necesario contar con umbrales de temperatura extrema que nos permita caracterizar un evento de “Ola de frío”. Los valores críticos identificados nos permitirán determinar con precisión la ocurrencia de estos eventos, para ello se analizó una estación meteorológica en la selva norte, la cual nos permite confirmar la llegada de la masa de aire polar hasta el sector extremo de su recorrido, tomando en consideración que anteriormente se desplazó a través de la selva sur y central. La estación de referencia ubicada en la selva norte es “Genaro Herrera”, siendo las variables analizadas las temperaturas mínima y máxima.

Tabla. I: Ubicación de la estación meteorológica Genaro Herrera

ESTACIÓN	ALTITUD	LATITUD	LONGITUD	DEPARTAMENTO	PROVINCIA
SENAMHI					
GENARO HERRERA	124	4° 54' 1"	73° 39' 0"	LORETO	REQUENA

En la Tabla N° 1, se presenta la ubicación y datos históricos de la estación “Genaro Herrera”, quien cuenta con una serie histórica de más de 30 años (ver figura 1 y 2) y continúa en funcionamiento a la actualidad; por ello, es recomendable el uso de esta estación para el monitoreo de OFAP.

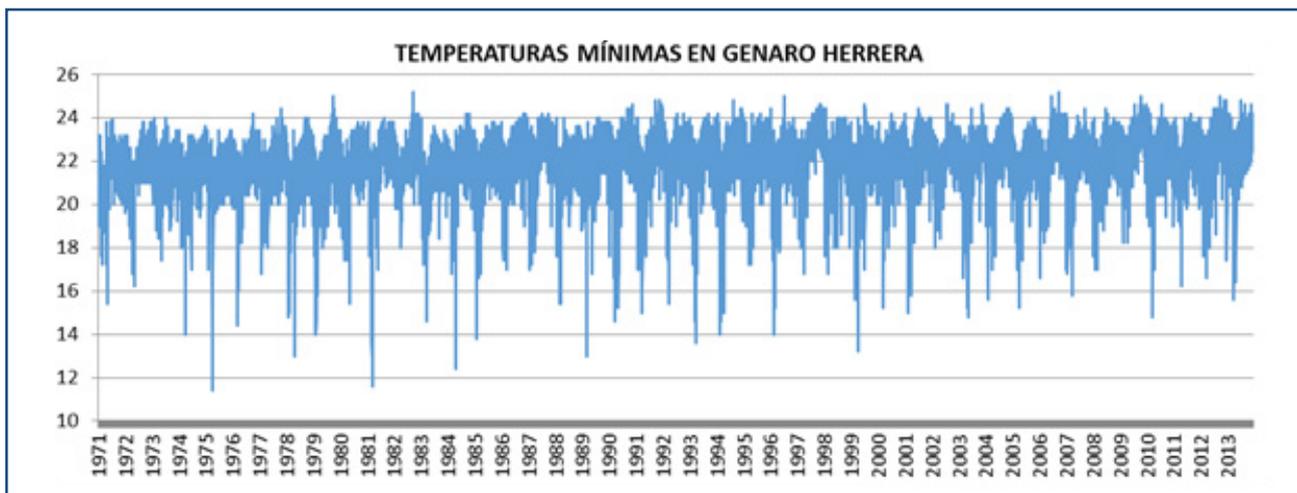


Fig. 1: Variación diaria multianual de la temperatura mínima

Estación: Genaro Herrera, Periodo: 1971-2014.

Número de datos: 15475

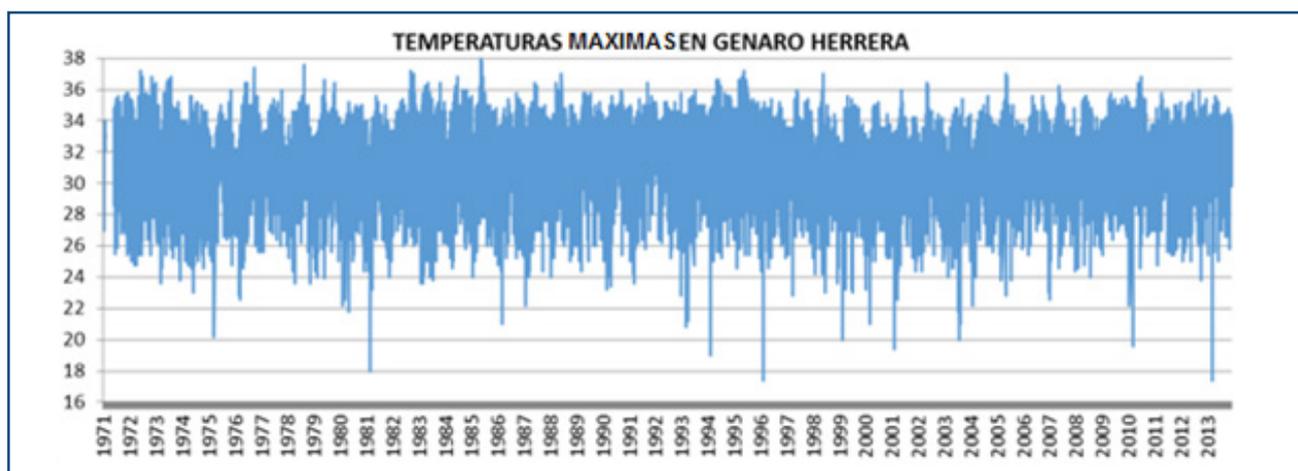


Fig. 2: Variación diaria multianual de la temperatura máxima

Estación: Genaro Herrera, Periodo: 1971-2014.

Número de datos: 15475

La fenomenología de los umbrales de temperatura mínima evalúan la “rareza” de un fenómeno meteorológico, cuando mayor sea esta, menos preparada está la población para enfrentar sus efectos (Se recomienda leer la Nota Técnica 001-SENAMHI-DGM-2014, “Estimación de umbrales de precipitación extrema para la emisión de avisos meteorológicos). Según la referencia de la Nota técnica (2014), se calculó el percentil 5 de ambas variables (temperatura máxima y mínima) para conocer los valores “mínimos extremos” que reflejan las caídas bruscas de temperatura.

En concordancia con lo mencionado anteriormente, se considerará un evento de “OLA DE FRÍO” si las temperaturas máximas y mínimas se encuentran por debajo del percentil 5 ( $T_x < 27.2^{\circ}\text{C}$  y  $T_m < 19.6^{\circ}\text{C}$ ) en un periodo mínimo de 3 días consecutivos en la estación Genaro Herrera.

### III. ESTUDIO DE CASOS

#### 3.1 OFAP – JULIO 2000

Siguiendo la metodología para la identificación de OFAP, se calculó las caídas de temperatura de los valores de temperatura máxima y temperatura mínima con sus respectivos percentiles, esto nos permite identificar si los valores reales se encontraron por debajo del percentil 5 (valores negativos). Los resultados indican que en el mes de julio del 2000 se presentó un periodo de 4 días donde los valores de temperatura máxima y mínima se encontraron por debajo de su percentil.

Por lo tanto, al cumplir con las dos condiciones planteadas (valores de temperatura máxima y mínima por debajo del percentil 5 en más de 3 días), se concluye que desde el 13 al 16 de julio se presentó un evento de OFAP.

Tabla II: Identificación de OFAP - julio 2000

Fecha	Precipitación	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Diferencia de temp. máxima con respecto al percentil	Diferencia de temp. mínima con respecto al percentil
13-jul-00	0.3	21	17.2	-6.2	-2.4
14-jul-00	0	21.4	15.2	-5.8	-4.4
15-jul-00	0	24.8	16	-2.4	-3.6
16-jul-00	0	25.8	16.8	-1.4	-2.8

Para el análisis de patrones de circulación atmosférica en OFAP, se utilizó información de reanálisis de la NOAA e imágenes satelitales. En la figura 4, se observa la presencia de una AM con núcleo por encima de los 1030 hPa (ve áreas en matiz de colores) extendiendo su dorsal hacia el norte (Perú). En niveles medios y altos, se identifica una vaguada que se encuentra asociada a la alta migratoria, el cual apoya su desplazamiento hacia el norte por advección de vorticidad; mientras que la presencia de un sistema de baja presión se encuentra en los 45°S-45°W se presenta muy fortalecido actuando como un sistema de bloqueo para la AM, permitiendo que la AM logre desplazarse hasta el centro/norte de Sudamérica.

En las imágenes de satélite se aprecia claramente la presencia de la AM (masa de aire polar) que se desplaza sobre continente hacia el norte próximo a la línea ecuatorial. La estación Genaro Herrera registró temperaturas por debajo de su percentil 5 a la llegada de la masa polar.

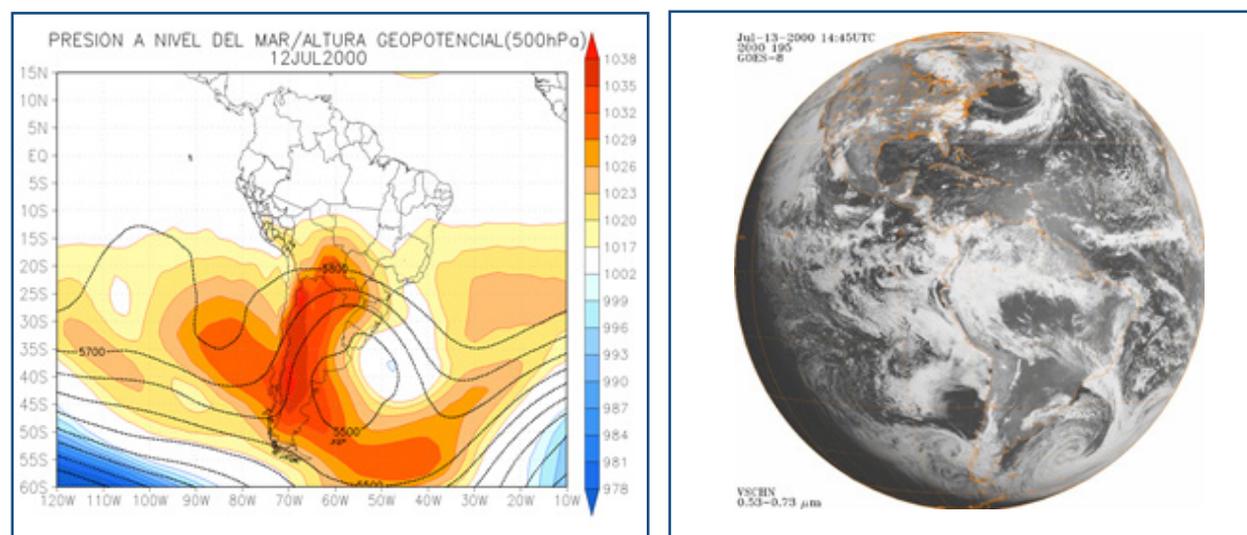


Fig. 4: Izquierda: Presión a nivel del mar (hPa) y altura geopotencial (500 hPa). Derecha: Imagen visible del GOES-8 para el 13 de julio del 2000 a las 9:45 (hora local)

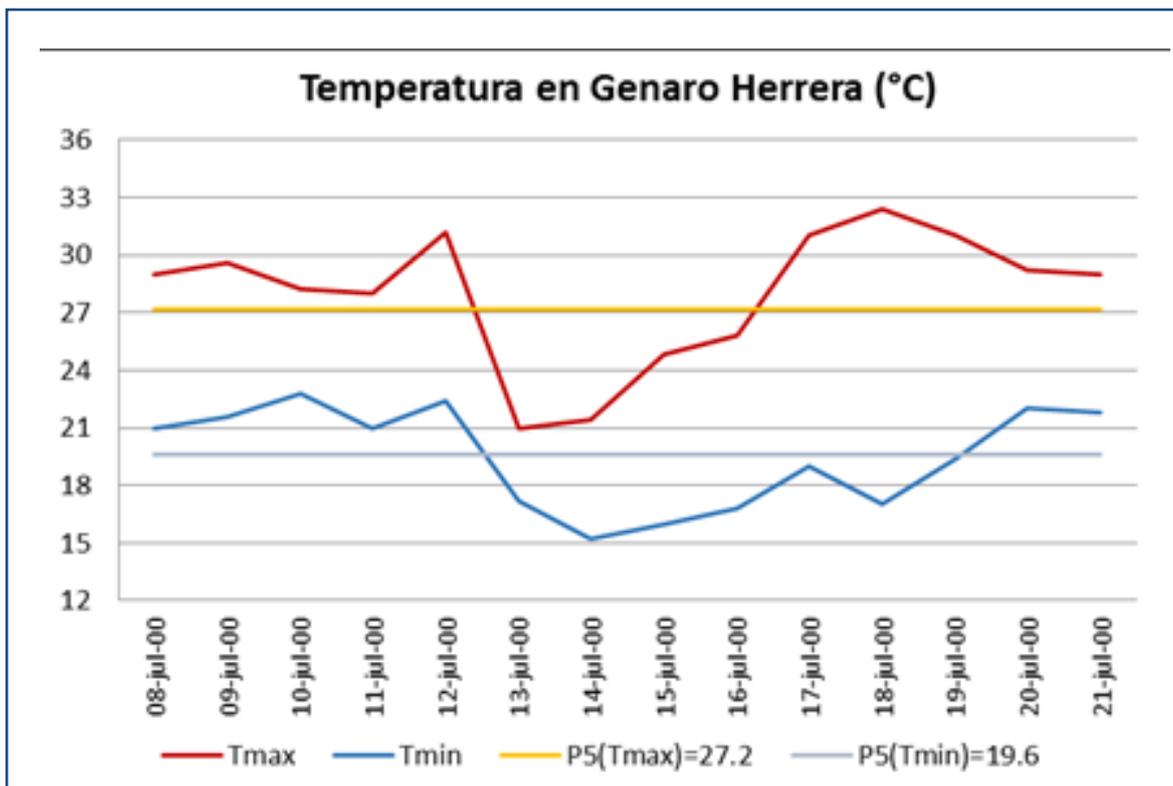


Fig. 5: Temperatura máxima, mínima y percentiles en Genaro Herrera.

En la evolución diaria de la temperatura máxima y mínima, se evidencia el descenso significativo que se presentó en el evento del año 2000, logrando ubicarse por debajo de sus percentiles por un periodo de cuatro días consecutivos para luego recuperarse paulatinamente. El valor más bajo de la temperatura máxima se presentó un día antes de la ocurrencia de la temperatura mínima, situación que es explicada por la presencia de nubosidad permitiendo la caída súbita de la temperatura máxima por la presencia de nubosidad y en alguna ocasiones la presencia de precipitación. La temperatura máxima logra recuperarse más rápido debido a la escasa presencia de nubosidad, mientras que la mínima demora en volver a sus valores normales debido a la presencia de la masa fría que se posiciona y mantiene en la zona.

### 3.2 OFAP – JUNIO 2001

Como segundo caso, se logró identificar las caídas de temperatura máxima y mínima en el mes de junio para un periodo de 5 días consecutivos donde los valores de la temperatura lograron superar el percentil 5 (Valores negativos en la diferencia entre la temperatura y su percentil 5).

En consecuencia la invasión de masa de aire frío polar cumple con las condiciones mínimas planteadas inicialmente (valores de temperatura máxima y mínima por debajo del percentil 5 en más de 3 días), por lo que se concluye que desde el 19 al 23 de junio del 2001 se presentó un evento de OFAP.

Tabla III: Identificación de OFAP - junio 2001

Fecha	Precipitación	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Diferencia de temp. máxima con respecto al percentil	Diferencia de temp. máxima con respecto al percentil
19-jun-01	0	19.4	15	-7.8	-4.6
20-jun-01	0	19.6	15.8	-7.6	-3.8
21-jun-01	0	21.6	15.6	-5.6	-4
22-jun-01	0	25.4	18.4	-1.8	-1.2
23-jun-01	0	26.4	16	-0.8	-3.6

Para verificar las condiciones meteorológicas asociadas al evento analizado, se utilizó datos de reanálisis de la NOAA y se identificó en las imágenes satelitales la ola de frío ingresando en el periodo mencionado. En la 6, se observa la presencia de una AM con núcleo por encima de los 1032 hPa con extensión de su dorsal hasta Bolivia; a su vez, en niveles medios se distingue una vaguada profunda que se encuentra asociada a la AM. En la región sureste de Sudamérica se presentó un sistema de baja presión, la cual, apoyo a desplazarse hacia el este, empujando la AM hacia el norte de la amazonia. En la imagen de satélite del canal visible, se observa el ingreso de una masa polar extensa ubicándose en gran parte de la amazonia peruana, así como Brasil. Este evento de OFAP generó la caída de la temperatura próxima a los 8°C.

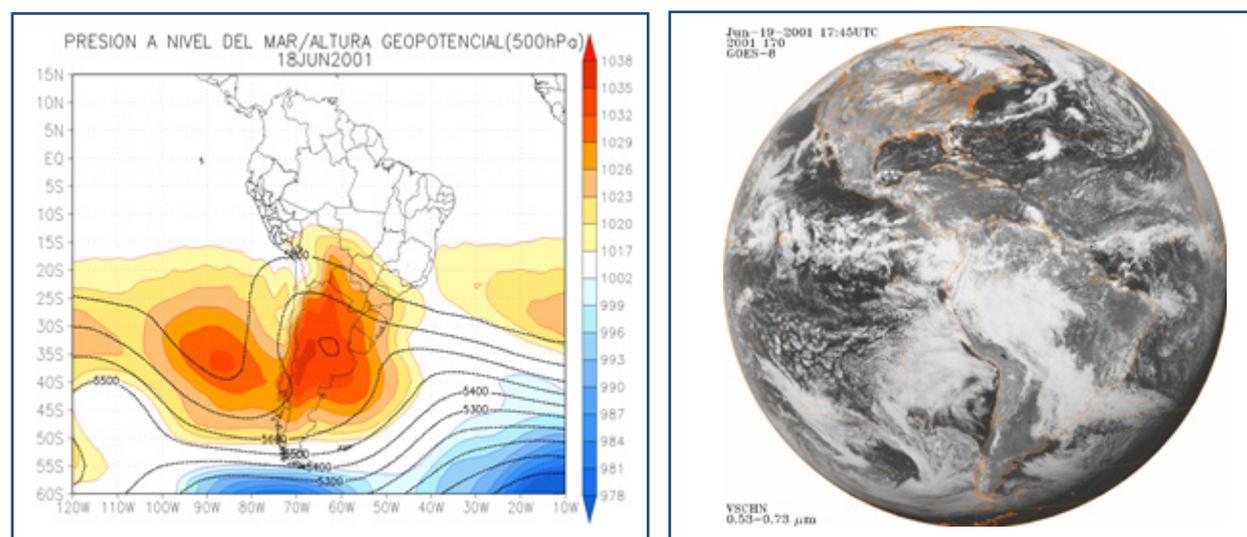


Fig. 6: Izquierda: Presión a nivel del mar (hPa), altura geopotencial (500 hPa). Derecha: Imagen visible del GOES-8 para el 19 de junio del 2001 a las 12:45 (hora local)

LA FIGURA 7, evidencia claramente el comportamiento de las caídas térmicas diarias y estas; a su vez, se encuentran por debajo de sus percentiles en un periodo de cinco días para luego recuperarse. El valor más bajo de la temperatura máxima se presentó el mismo día que el de la temperatura mínima debido a que el evento inició en el transcurso de la noche. La temperatura máxima logra recuperarse más rápido debido a la presencia de cielos con escasa presencia de nubosidad.

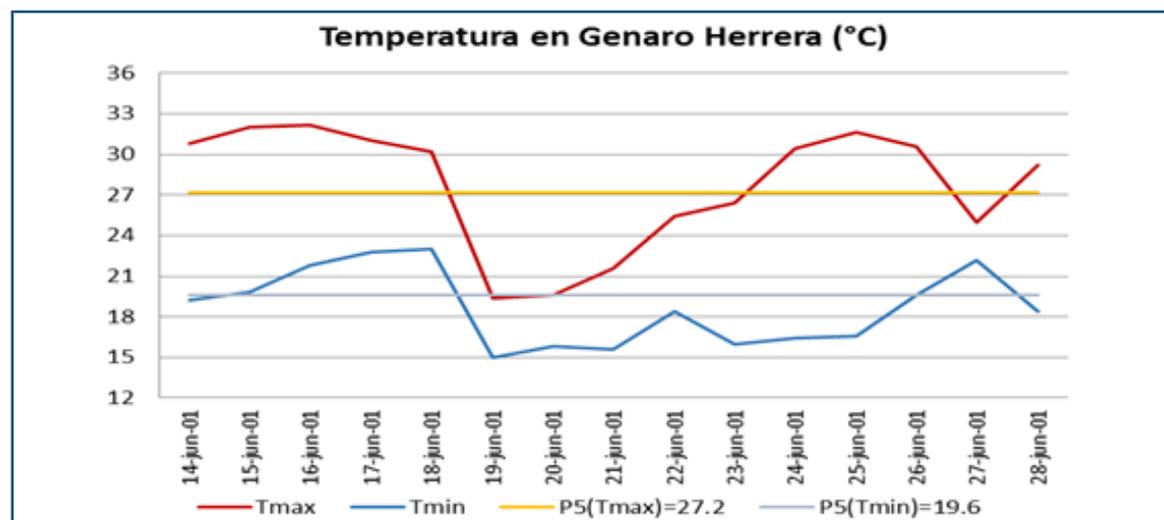


Fig. 7: Temperatura máxima, mínima y percentiles en Genaro Herrera.

### 3.3 OLA DE FRÍO - JULIO 2010

El caso estudio para el análisis de OFAP para el 2010. Se calculó la diferencia entre los valores de temperatura máxima y mínima con sus percentiles 5, identificado en el mes de julio un periodo (4 días) en el cual los valores de la temperatura máxima y mínima son inferiores al percentil 5.

Es la figura 8, que cumple con las condiciones mencionadas anteriormente (valores de temperatura máxima y mínima por debajo del percentil 5 en un periodo mayor a 3 días), identificando nuevamente un evento de OFAP en la amazonia peruana desde el 17 al 20 de julio del 2010.

Tabla IV: Identificación de OFAP - junio 2001

Fecha	Precipitación	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Diferencia de temp. máxima con respecto al percentil	Diferencia de temp. máxima con respecto al percentil
17-jul-10	0	20.4	16.4	-6.8	-3.2
18-jul-10	0	19.6	14.8	-7.6	-4.8
19-jul-10	0	25	16.2	-2.2	-3.4
20-jul-10	0	25.6	18.6	-1.6	-1

Se utilizó datos de reanálisis de la NOAA y se identificó el evento en la imagen satelital visible. En la primera figura 8, se observa la presencia de una alta migratoria con núcleo por encima de los 1032 hPa con gran extensión (hasta Perú); a su vez, en niveles medios se distingue la presencia de una DANA asociada al AM (debido a la presencia de una profunda vaguada quien logra estrangular y formar una Depresión Aislada en niveles altos - DANA. El sistema se mantiene debido a la presencia de una baja presión ubicada en el Atlántico próximo a continente.

Nuevamente en la imagen de satélite se observa el posicionamiento de la masa polar en la zona norte, incluso el ingreso aparente de una segunda masa polar que empieza a extenderse hasta la selva central.

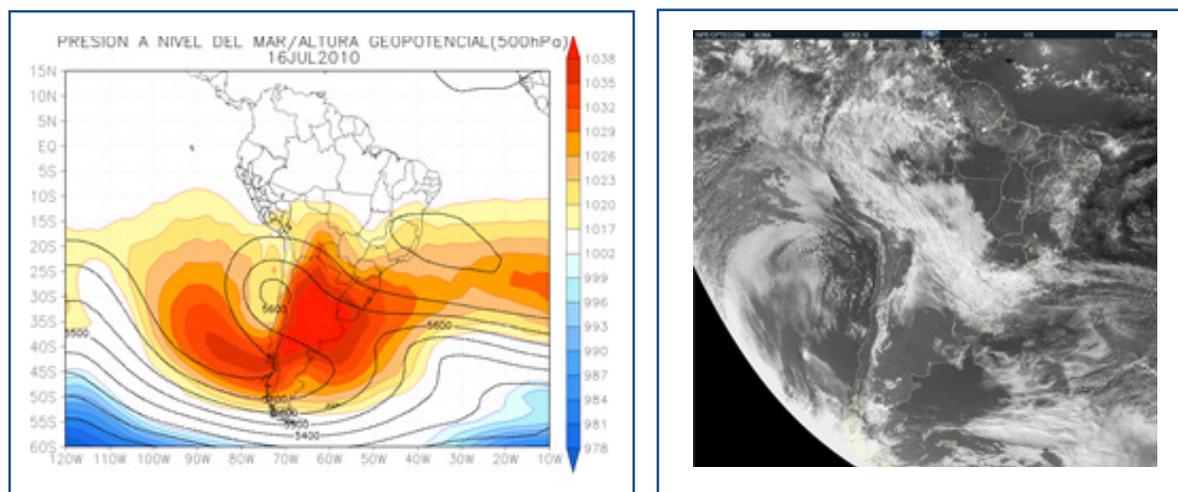


Fig. 8: Izquierda: Presión a nivel del mar (hPa), altura geopotencial (500 hPa). Derecha: Imagen visible del GOES-8 para el 19 de junio del 2001 a las 12:45 (hora local)

En la fig. 9, se observa el descenso significativo en la máxima y mínima logrando ubicarse por debajo de sus percentiles. La máxima logra recuperarse primero y, posterior a esta, se recupera la mínima.

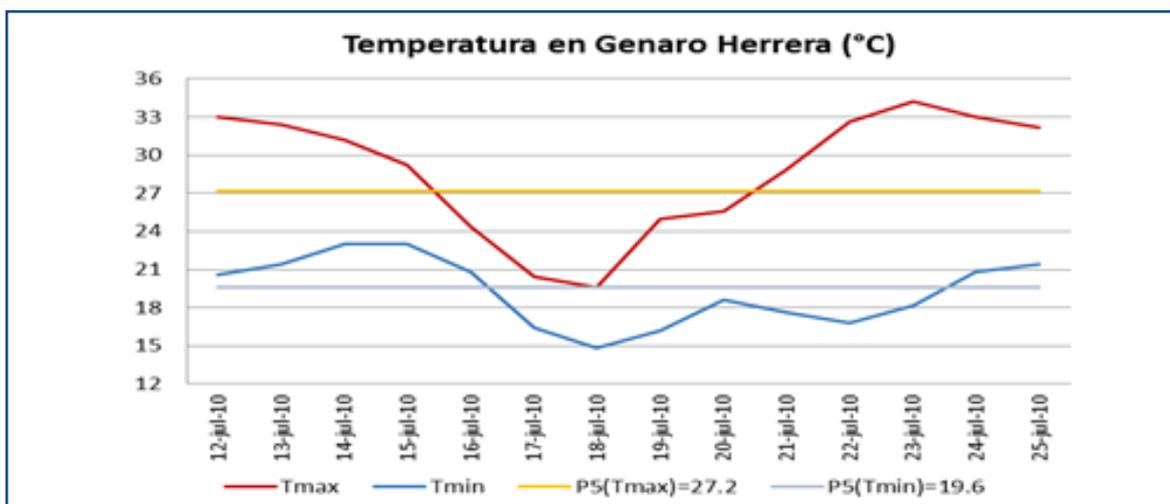


Fig. 9: Temperatura máxima, mínima y percentiles en Genaro Herrera.

## IV. CONCLUSIONES

Según la metodología planteada, se debe determinar que las temperaturas máximas y mínimas sean inferiores al percentil 5 en la estación meteorológica Genaro Herrera por un periodo mínimo de tres días para poder ser catalogada como “Olas de frío: OFAP” - . Se sobre entiende que estos eventos identificados van a generar caídas de temperatura máxima y mínimas en la totalidad de la selva peruana.

En los eventos de OFAP en la Amazonía peruana suelen presentar condiciones de lluvia e invasión de aire frío proveniente del extremo sur del continente. Las condiciones frías y secas no permite la generación de convección en la zona. Sin embargo, es importante mencionar que estos eventos vienen acompañados de una línea cortante sobre superficie, también conocido como “shear line” la cual suele generar precipitación intensa días antes que se genere el descenso brusco de temperaturas.

La temperatura máxima casi siempre suele caer antes de la mínima debido al ingreso de la nubosidad asociada a la línea cortante “shear line”, que hace su ingreso y genera precipitación brindará condiciones de nubosidad generando un descenso de la temperatura máxima.

En los tres casos evaluados se observó el patrón del sistema de alta presión superior a 1030 hPa que ingresó como una AM asociada a una vaguada en niveles medios y altos.

## V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Alfaro, L, 2014. Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos. Nota Técnica 001-SENAMHI-DGM-2014. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

Marengo, J. 1983. Estudio Agroclimático de la zona de Genaro Herrera (Requena - Loreto) y climático en la selva baja norte del Perú. Tesis de Ingeniero Meteorólogo UNALM, Lima - Perú.

Marengo, J, Cornejo, A. 1997. Cold Surges in tropical and Extratropical South America: The Strong Event in June 1994. Monthly Weather Review 125 (11): 2759-2783.

Quispe, Nelson, 2006. Condiciones Sinópticos de la Incursión de una Masa de Aire Frío en Sudamérica y su Impacto en los Cultivos de la Selva. Tesis para optar de título de Ing. Meteorólogo. UNALM.

Seluchi, Marcelo, 1995. Diagnóstico y pronóstico de situaciones sinópticas conducentes a ciclogénesis sobre el este de Sudamérica. Geofísica Internacional, 34, 171- 186.

**Central telefónica:** (511) 614-1414  
**Atención al usuario:** (511) 470-2867  
**Climatología:** (511) 614-1414 anexo 461  
**Pronóstico:** (511) 614-1407

**Consultas y sugerencias:**  
[nquispe@senamhi.gob.pe](mailto:nquispe@senamhi.gob.pe) / [dgm@senamhi.gob.pe](mailto:dgm@senamhi.gob.pe)



**Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI**