

Informe Técnico:

MANIFESTACIONES DEL EVENTO LA NIÑA 2007 EN LAS TEMPERATURAS DEL AIRE EN EL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ - SENAMHI

Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica

Sub-Dirección de Predicción Climática

Junio 2016

Informe Técnico:
"Manifestaciones del evento La Niña 2007 en las temperaturas del aire en el Perú"

Manuel Pulgar-Vidal Otálora
Ministro del Ambiente

Ruperto Taboada Delgado
Secretario General

Amelia Díaz Pabló
Presidenta Ejecutiva del SENAMHI

Alcides Chávarry Correa
Secretario General del SENAMHI

Luis Alfaro Lozano
Director de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica

Grinia J. Avalos Roldán
Sub-Directora de Predicción Climática

Nelson Quispe Gutiérrez
Sub-Director de Predicción Meteorológica

Elaborado por: G. Avalos; C. Barreto; C. Febre; N. Quispe; L. Menis; Y. Escajadillo; D. Marín;
F. Cubas; C. Reyes; P. Porras; E. Ñahui; K. Quispe

© 2016 SENAMHI-PERÚ
DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA Y EVALUACIÓN AMBIENTAL ATMOSFÉRICA
Jr. Cahuide 758 Jesús María - Lima
6141407; 6141414 - 461 | clima@senamhi.gob.pe | www.senamhi.gob.pe



Imagen de portada: Campo de Anomalías de Temperatura Superficial de Mar sobre el Pacífico Tropical-Diciembre 2007, con datos de la NOAA y procesado por SENAMHI.

Elaborado en junio de 2016 por el SENAMHI – Perú. Se pueden obtener copias electrónicas del presente informe para responsables de políticas de gestión de riesgos de desastres y otros usuarios sectoriales.

REFERENCIA: CITAR ESTE DOCUMENTO COMO: SENAMHI, 2016.

DISCLAIMER. NO SE PODRÁ UTILIZAR ESTA PUBLICACIÓN PARA SU REVENTA O PARA CUALQUIER OTRO PROPÓSITO COMERCIAL DE CUALQUIER TIPO.

Año: 2016
Lima-Perú

Manifestaciones del evento La Niña 2007 en las temperaturas del aire en el Perú

G. Avalos¹; C. Barreto¹; C. Febre¹; N. Quispe²; L. Menis¹;
Y. Escajadillo¹; D. Marín¹; F. Cubas¹; C. Reyes¹; P. Porras¹; E. Ñahui¹; K. Quispe²

¹ Sub-Dirección de Predicción Climática

² Sub-Dirección de Predicción Meteorológica

Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica

I. Introducción

El evento La Niña, comúnmente conocida como la fase fría o negativa del ENOS (El Niño Oscilación Sur), consiste en el enfriamiento anómalo de las aguas superficiales y sub-superficiales del Pacífico ecuatorial central y oriental (en promedio de 2 a 3°C), formándose una región de aguas frías debido al afloramiento ecuatorial de aguas profundas, que al persistir por más de tres meses y dependiendo de la magnitud de las anomalías, altera la circulación atmosférica a escala sinóptica y/o global. Durante La Niña las aguas cálidas son desplazadas por los vientos alisios más al oeste de su posición normal sobre el Pacífico occidental, generando un área de intensa convergencia de humedad que modula el ciclo de la circulación ecuatorial Walker, por tanto, promoviendo un ascenso más intenso en la zona más cálida y subsidencia en las zonas más frías, generándose un ciclo anómalo del patrón de circulación ecuatorial. Según Marengo *et al.* (2006), el evento La Niña presenta una mayor variabilidad que El Niño pudiendo tener una frecuencia de 2 a 7 años, con una duración aproximada de 9 a 12 meses (hay casos que pueden durar hasta 2 años). La dinámica atmosférica que antecede a este evento es la intensificación de los vientos alisios entre el otoño e invierno, principalmente.

El régimen de vientos costeros en el Perú es modulado principalmente por la estacionalidad del Anticiclón del Pacífico Sur; durante La Niña, este sistema se intensifica por encima de su media climatológica incrementando los gradientes de presión sobre la costa sudamericana. Al intensificarse los vientos y por ende el fenómeno de *surgencias* (afloramientos) en el mar peruano, es previsible la disminución de la temperatura superficial del mar, lo cual incide directamente en el comportamiento de las temperaturas del aire (disminución) en la franja costera, región donde se asientan las ciudades de mayor densidad poblacional del país. No obstante este impacto directo en el régimen térmico de la costa, la preocupación relacionada a La Niña también tiene que ver con las anomalías de los patrones de circulación atmosférica a gran escala antes descritas y, que guardan relación directa con el transporte de humedad y calor de una región a otra, pudiendo inducir descensos no significativos de las temperaturas mínimas en la región andino-amazónica del Perú, atenuando la frecuencia de heladas y friajes intensos (Febre, 2014; Menis, 2015).

En la identificación y monitoreo de eventos La Niña o El Niño, es necesario el seguimiento de diferentes indicadores (índices), tanto para el sistema océano como atmósfera, los cuales en conjunto permiten determinar (de manera más precisa) el grado de acople e interacción entre estos dos sistemas, disminuyendo la incertidumbre al momento de definir el inicio y fin del evento así como su intensidad con el propósito de estimar los impactos asociados.

De esta manera, si realizamos una profundización del análisis del evento La Niña 2007 bajo el uso de los índices oceánico ICEN y atmosférico IOS-ecuatorial, es posible determinar que este evento, inició en mayo de ese año, llegando a alcanzar una intensidad de magnitud fuerte entre fines del 2007 e inicios del 2008 (**Figuras 2 y 3**). A pesar de que ambos indicadores coinciden con el inicio del evento así como en su intensidad (*fuerte*), estos presentan diferencias en cuanto a la duración del evento y el periodo de mayor magnitud; es decir, mientras el ICEN indica que el pico del evento se alcanzó en noviembre del 2007, el IOS-ecuatorial indica que enero del 2008 fue el mes pico. Asimismo, es posible determinar que los sistemas océano-atmósfera estuvieron muy bien acoplados para el desarrollo de este evento entre los meses de mayo a diciembre del 2007.

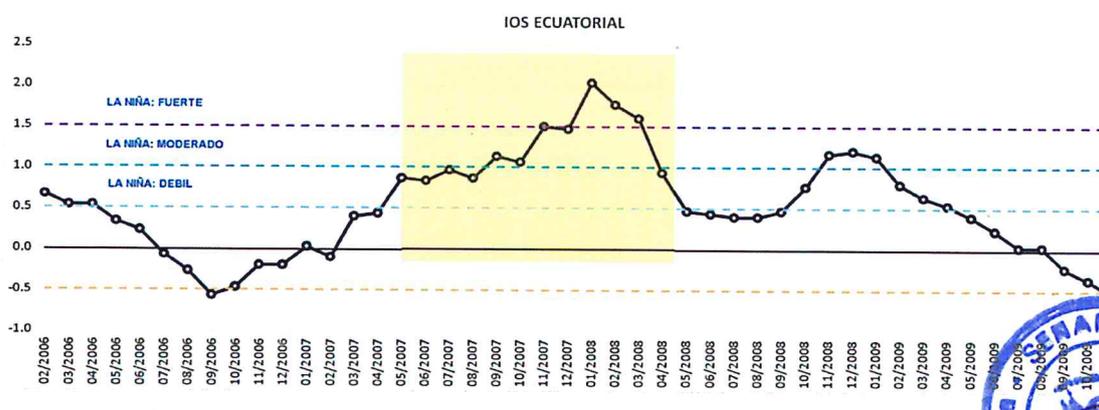


Figura 2. Evolución temporal del IOS-ecuatorial. Fuente: Reanalysis NCEP/NCAR trabajados por SENAMHI.

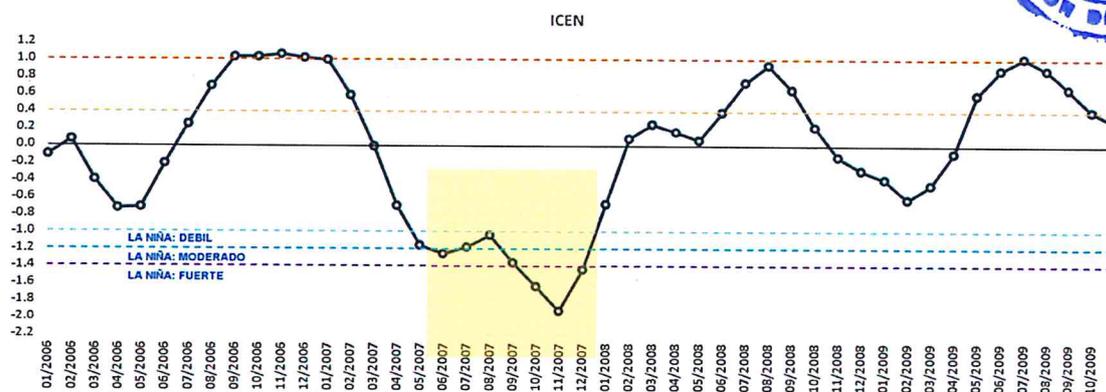


Figura 3. Evolución temporal del ICEN. Fuente: Datos ICEN del Instituto Geofísico del Perú (IGP).

De otro lado, la **Figura 4** muestra la evolución temporal del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) a través de un corte transversal (diagrama de Hovmoller) en el meridiano de 90°W (posición referencial del APS). El análisis temporal del APS revela que desde el año 1979 a la fecha, los años 1998 y 2007, asociados a eventos La Niña, exhibieron los mayores valores

III. Resultados y discusión

3.1 Evolución de las temperaturas del aire en la franja costera durante el 2007-2008

El año 2007 se caracterizó por la intensificación de los vientos alisios del sureste. Estos vientos sostenidos (sur/sureste) especialmente durante el periodo invernal, favoreció el afloramiento de aguas frías sub-superficiales, enfriando la superficie oceánica principalmente en el Pacífico oriental. Estas condiciones frías repercutieron directamente en el comportamiento de las temperaturas del aire en la costa del Perú, registrándose valores por debajo de lo normal de manera sostenida, tanto para la **temperatura máxima** (diurna) como para la **temperatura mínima** (nocturna), con valores que fluctuaron entre $-0,5^{\circ}$ y $-1,0^{\circ}\text{C}$ y alcanzando valores extremos de $-2,6^{\circ}\text{C}$ entre los meses de mayo y noviembre. **Tabla 1 y 2; y Figuras 6a, 6b y 7.**

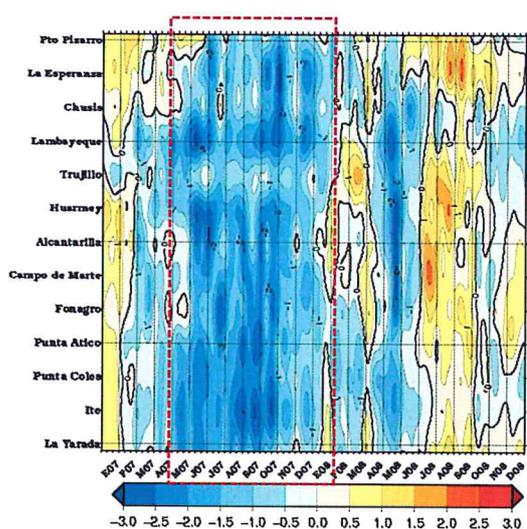


Figura 6a. Anomalía de Temperatura Máxima del aire

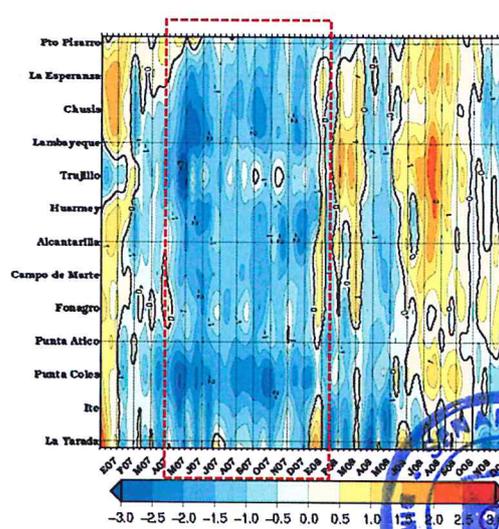


Figura 6b. Anomalía de Temperatura Mínima del aire

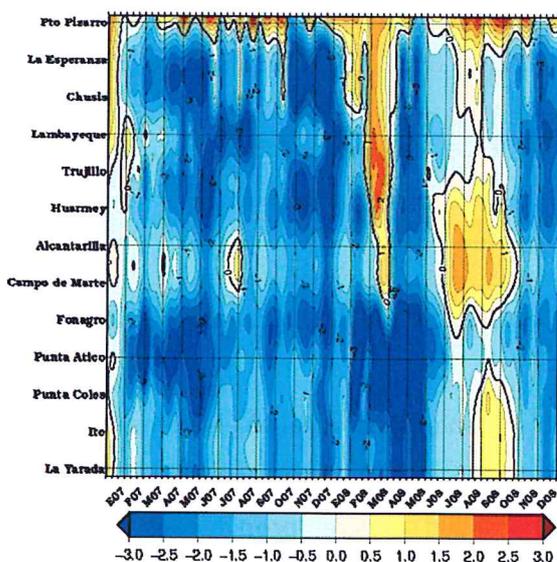


Figura 6c. Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar Fuente: AVHRR NOAA-SENAMHI



Figura 6d. Ubicación de red de estaciones meteorológicas para el monitoreo costero

Las heladas también pueden ser provocadas por invasión de masas de aire con temperaturas muy bajas (advección) como consecuencia de la circulación atmosférica. En este caso las heladas afectan más a la agricultura, debido a las bajas temperaturas del aire, y además se superpone el efecto del viento, que llega muy frío y seco (Burgos, 1963; García, 1962). En la región andina del Perú las heladas generalmente son irradiativas, es decir, se presentan en noches claras y despejadas, cuando la radiación terrestre es emitida a la atmósfera por ausencia de nubes y por la baja concentración de vapor de agua. Se produce también en noches en calma, en ausencia de vientos (Elías y Castellvi, 2001; Pereyra *et al*, 2002).

La severidad de estas heladas varía considerablemente con las condiciones generales de la atmósfera y las condiciones locales (orografía, vegetación, humedad del suelo, entre otros).

A continuación se presenta un análisis del régimen de las heladas en estaciones representativas de la sierra norte, centro y sur del país (Tabla 3), donde se evidencia su variabilidad a nivel trimestral MJJ¹ y JJA² durante el año 2007 respecto a su normal (1971-2000).

3.2.1 Sierra Norte y Central: En la Figura 8 se muestra la frecuencia de heladas durante el trimestre mayo – julio (MJJ) del 2007 comparadas con su normal (1971-2010)³, observándose que la sierra norte estación Granja Porcón – Cajamarca) presentó menos días de ocurrencia de heladas; mientras que en la sierra central se presentó un mayor número de días con registro de heladas sólo en las estaciones de Marcapomacocha y La Oroya (Junín); en el resto de las estaciones de la sierra central la frecuencia de heladas fue menor respecto a lo normal, incluso algunas estaciones reportaron una ligera disminución de la frecuencia de días con helada.

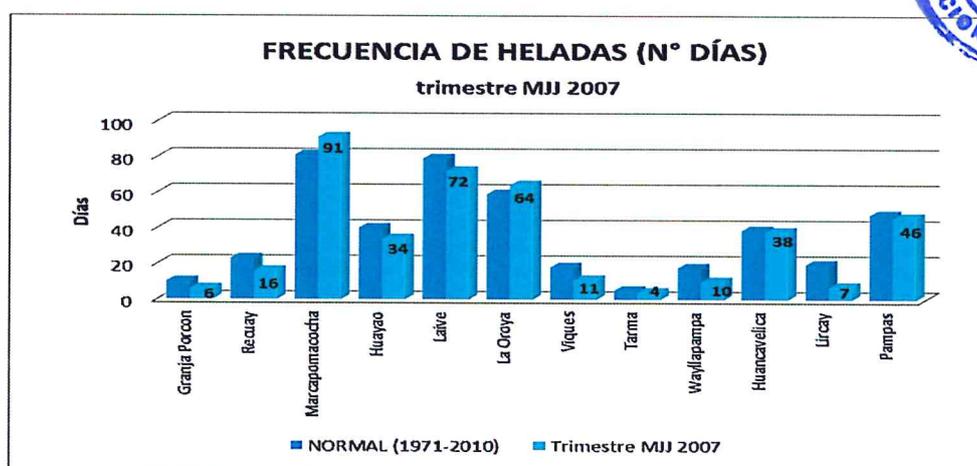


Figura 8. Frecuencia de Helada en la Sierra Norte y Central, trimestre Mayo –Julio 2007 (barras celestes) y su frecuencia normal (barras en azul).

¹ MJJ: trimestre mayo, junio y julio

² JJA: trimestre junio, julio y agosto

³ El actual periodo de referencia para las normales climáticas es 1981-2010 (OMM). Para determinar la normal de frecuencia de heladas se ha extendido el periodo desde 1971 (40 años) para incluir los eventos La Niña Costera de 1973/74 (Moderado), 1975 (Fuerte) y de 1978 (Débil), según el ICEN (Nota Técnica ENFEN, 2012).

Para el trimestre junio-agosto (JJA) del 2007, se observa en la estación Granja Porcón (sierra norte) un incremento de días con heladas. Asimismo, una mayor frecuencia en las estaciones de Marcapomacocha, Laive y La Oroya (Junín) registrando en el trimestre 80 días con ocurrencias del evento. En Pampas (Huancavelica) se registró 57 días con presencia de heladas, el resto de las estaciones monitoreadas reportaron menor frecuencia de heladas (Figura 9).

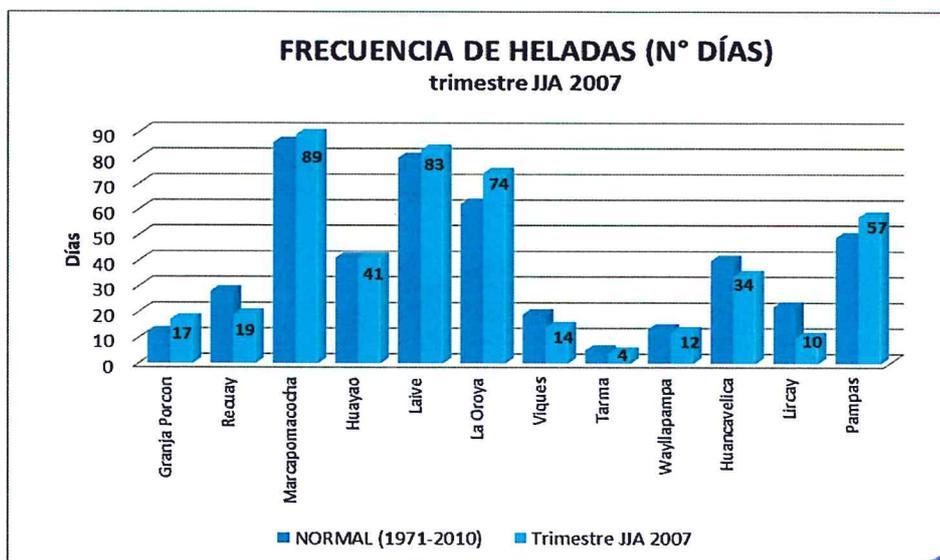


Figura 9. Frecuencia de Helada en la Sierra Norte y Central, trimestre Junio-Agosto 2007 (barras celestes) y su Normal (barras en azul).

3.2.2 Sierra Sur (Arequipa, Cusco, Tacna): En relación a su patrón normal el trimestre MJJ 2007 presentó menor ocurrencia de heladas en la relación al periodo base 1971-2010; mientras que las estaciones de Tacna reportaron una mayor ocurrencia de heladas (50% más). Figura 10.

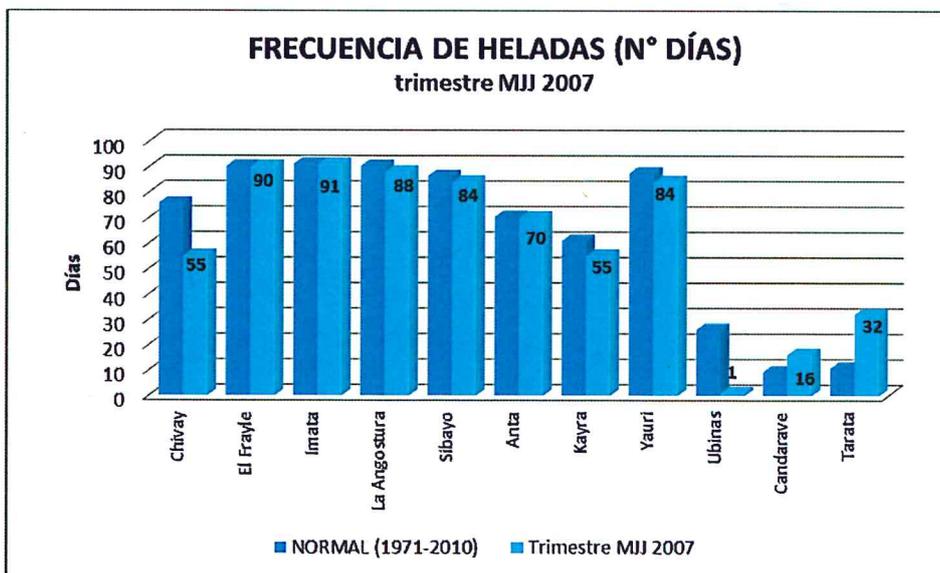


Figura 10. Frecuencia de Heladas en la Sierra Sur, trimestre Mayo –Julio 2007 (barras celestes) y su Normal (barras en azul).

Climáticamente, el trimestre JJA se caracteriza por ser el trimestre más frío y con mayor ocurrencia de heladas, durante el año 2007 solo en las estaciones de Arapa, Azángaro, Capachica, Huancane, Huaraya Moho, Lampa y Yunguyo (estaciones ubicadas al noreste del Lago Titicaca) se evidenció un incremento en la frecuencia de heladas, posiblemente de tipo advectivas por la entrada de aire frío proveniente de la cordillera oriental; mientras que para el resto de las estaciones los días de heladas fueron menos frecuentes que su normal. **Figura 13.**

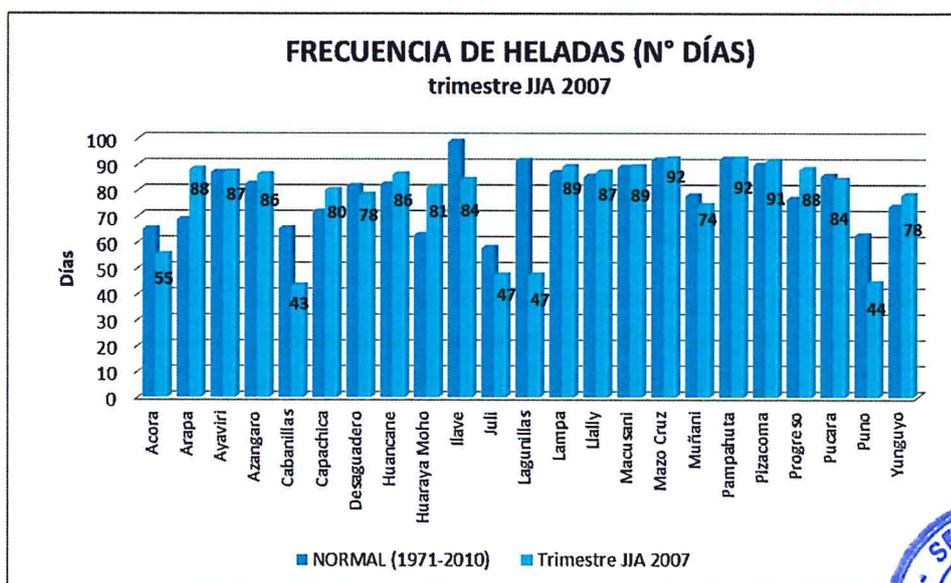


Figura 13. Frecuencia de Helada Puno, trimestre Junio -Agosto 2007 (barras celestes) y su Normal (barras en azul).



3.3 Análisis de los Frijes en la región amazónica durante el año 2007

3.3.1 Análisis puntual de series históricas

Para observar el comportamiento de las caídas térmicas en la amazonia peruana, se realizó el análisis de las series temporales para estaciones meteorológicas representativas ubicadas a lo largo de la selva, comprendidas desde la región sur hacia el norte. Estas estaciones presentan el registro más confiable de información de la variable temperatura mínima (Tn).

Durante eventos de fuerte descenso térmico⁴, los valores de (Tn) caen bruscamente en pocas horas y estas pueden persistir por más de dos días. La incursión de la masa de aire fría ingresa por la selva sur (Madre de Dios) y es apoyada por vientos en superficie predominantes del sur/sureste que se desplazan hacia el norte (Loreto) y en algunas ocasiones esta masa de aire fría logra cruzar la línea ecuatorial, enfriando gran parte de la franja tropical sudamericana (Quispe, 2006).

⁴ Nota Técnica 001-SENAMHI-DGM-2015.

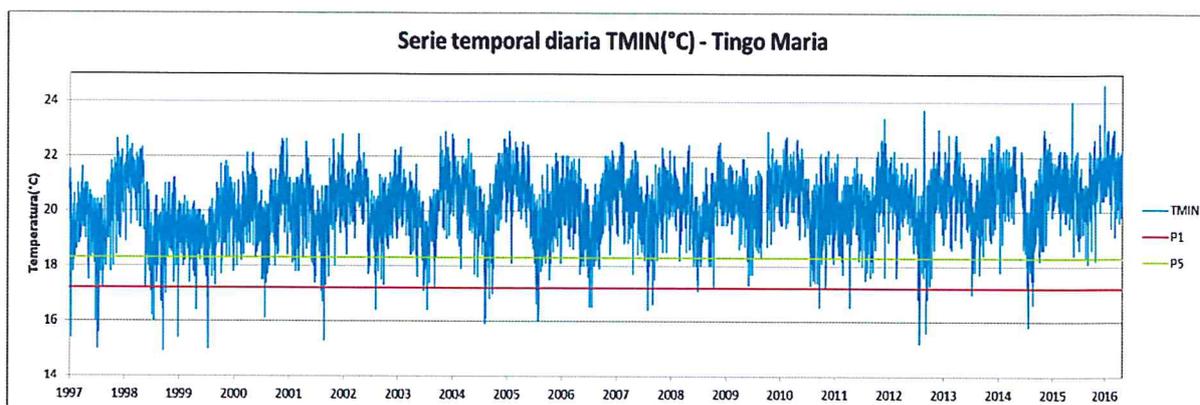


Figura 15. Serie temporal de Tn de la estación Tingo María (170 msnm) ubicada en la Selva Central.

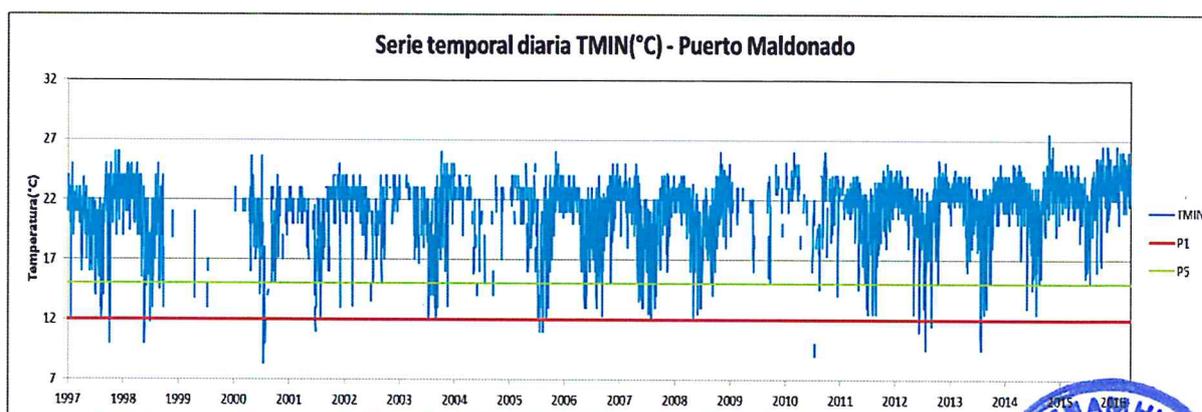
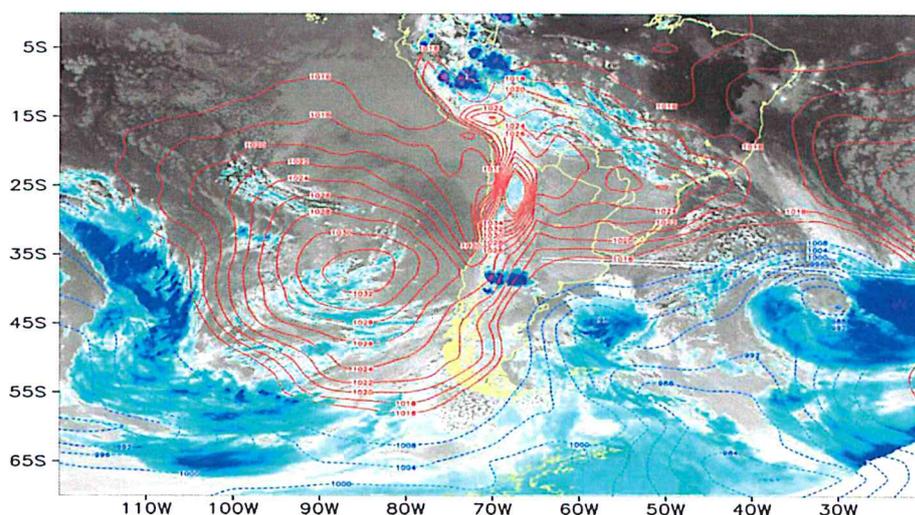


Figura 16. Serie temporal de Tn de la estación Puerto Maldonado (200 msnm) ubicada en la Selva Sur.



3.3.2 Identificación satelital

A continuación se presenta una secuencia de imágenes de satélite que ayudan a identificar las condiciones predominantes durante la ocurrencia de 04 eventos de Friajes. Se remarca el campo espacial de isobaras (contornos rojos), correspondientes a las 12 UTC (7 am, hora local Perú). Esta sucesión de imágenes del canal infrarrojo GOES-8 (resolución de 8 km), corresponde a los días con descenso en los valores de (Tn), debajo del percentil-1. En la ocurrencia de estos Friajes, los valores llegaron a descender en promedio a 9°C (Puerto Maldonado), 15°C (Tingo María) y 12°C (Contamana). Existe un alto grado de sensibilidad térmica en la región suroriental (Puerto Maldonado) asociada a la invasión de estos pulsos fríos de masas de aire subantártico y el ingreso de un anticiclón migratorio (AM) con valores por encima de los 1025 hPa en la región central del continente, permitiendo el descenso de la temperatura del aire en forma generalizada en gran parte de Sudamérica. Finalmente, durante el Friaje correspondiente al 26 de Julio del 2007 (Figura 21), se pudo registrar un descenso de hasta 12°C en la estación Puerto Maldonado, seguido de la estación Contamana 3 días después, con un descenso de hasta 14°C en la Tn; en este caso, se observó una AM con un núcleo de hasta 1032 en la región suroriental del Pacífico subtropical oriental,



26JUL2007
(Puerto Maldonado)
Figura. 21

IV. Conclusiones

- Debido a la naturaleza del ENOS, es necesario el monitoreo de distintos índices, tanto atmosféricos como oceánicos para la detección oportuna y monitoreo de los eventos La Niña/El Niño. Asimismo, se reconoce al Anticiclón del Pacífico Sur, como el sistema atmosférico clave en el monitoreo de La Niña, dado que su intensificación y expansión espacial durante la fase negativa del ENOS **modula de manera directa el clima de la costa e indirectamente el clima de la selva del Perú** (mayor intrusión de Altas Migratorias).
- Existe una **relación directa entre la presencia de La Niña, y la disminución de las temperaturas del aire en la costa de Perú**, principalmente en estaciones por debajo de la capa de inversión térmica (menores a 1000 msnm aprox.). Siendo así, durante La Niña Fuerte del 2007, las temperaturas extremas del aire (máximas y mínimas) en distintos puntos del litoral (principalmente costa centro-sur) llegaron a presentar anomalías diarias de hasta -3°C .
- Climáticamente, la mayor frecuencia de días con heladas en la región se registran durante el trimestre junio-agosto (JJA), con frecuencias de hasta 100% (92 días del trimestre con presencia de heladas meteorológicas); estas condiciones se acentúan más en el sur y centro del país y por encima de los 3 500 msnm. **Durante el año 2007 la frecuencia de heladas en la sierra sur, por lo general, fue de normal a inferior; es decir, hubo días con menos ocurrencia de heladas, con excepción de algunas estaciones que manifestaron una frecuencia superior a lo normal, no necesariamente atribuibles a La Niña; la sierra norte y central manifestaron frecuencias de días con heladas normal a ligeramente superiores. Finalmente, se determina que NO EXISTE una señal clara sobre la mayor ocurrencia de heladas (frecuencia) asociados a eventos La Niña.**



IMPORTANTE: Desde fines de mayo se han presentado episodios de **heladas** en la región andina propios de la temporada; sin embargo, éstas han superado algunos umbrales correspondientes a valores extremos en algunas localidades ubicadas por encima de los 3 500 msnm, **eventos que se han acentuado debido a las condiciones locales de poca disponibilidad de humedad del suelo como consecuencia de las sequías asociadas a El Niño 2015-2016.** Asimismo, el día 21 de junio, Lima este (**La Molina**) soportó la temperatura más baja de la temporada con **10,9 °C**; un valor similar se registró en el 2010 con 10,6 °C.

El **SENAMHI**, organismo adscrito al Ministerio del Ambiente, continúa vigilando atentamente la evolución de las condiciones atmosféricas típicas de la temporada de invierno que puedan devenir en la ocurrencia de eventos extremos asociados a la variabilidad climática. Durante los siguientes meses nuestros expertos en predicción meteorológica y climática suministrarán periódicamente interpretaciones más detalladas de las variaciones térmicas a nivel regional y nacional, los mismos que difundiremos a través de nuestros diferentes servicios de información. Los enlaces para acceder a los sitios web de esos Servicios figuran en los siguientes enlaces:

<http://www.peruclima.pe/?p=fenomeno-el-nino>
http://www.senamhi.gob.pe/?p=0140&tip_alert=26

Para más información relativa a boletines y suscripciones, puede consultarse la siguiente dirección:

<http://www.senamhi.gob.pe/?p=0701>

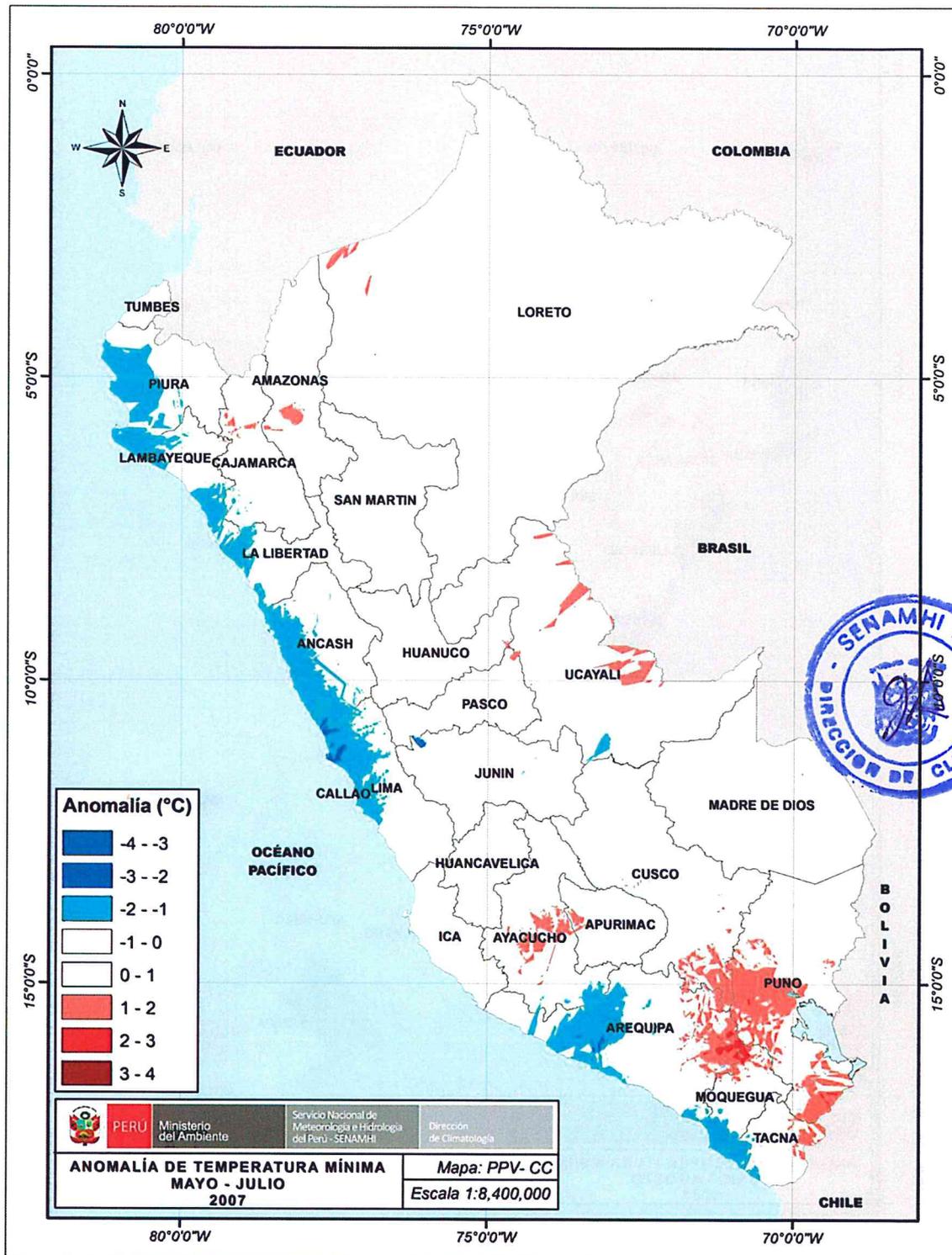


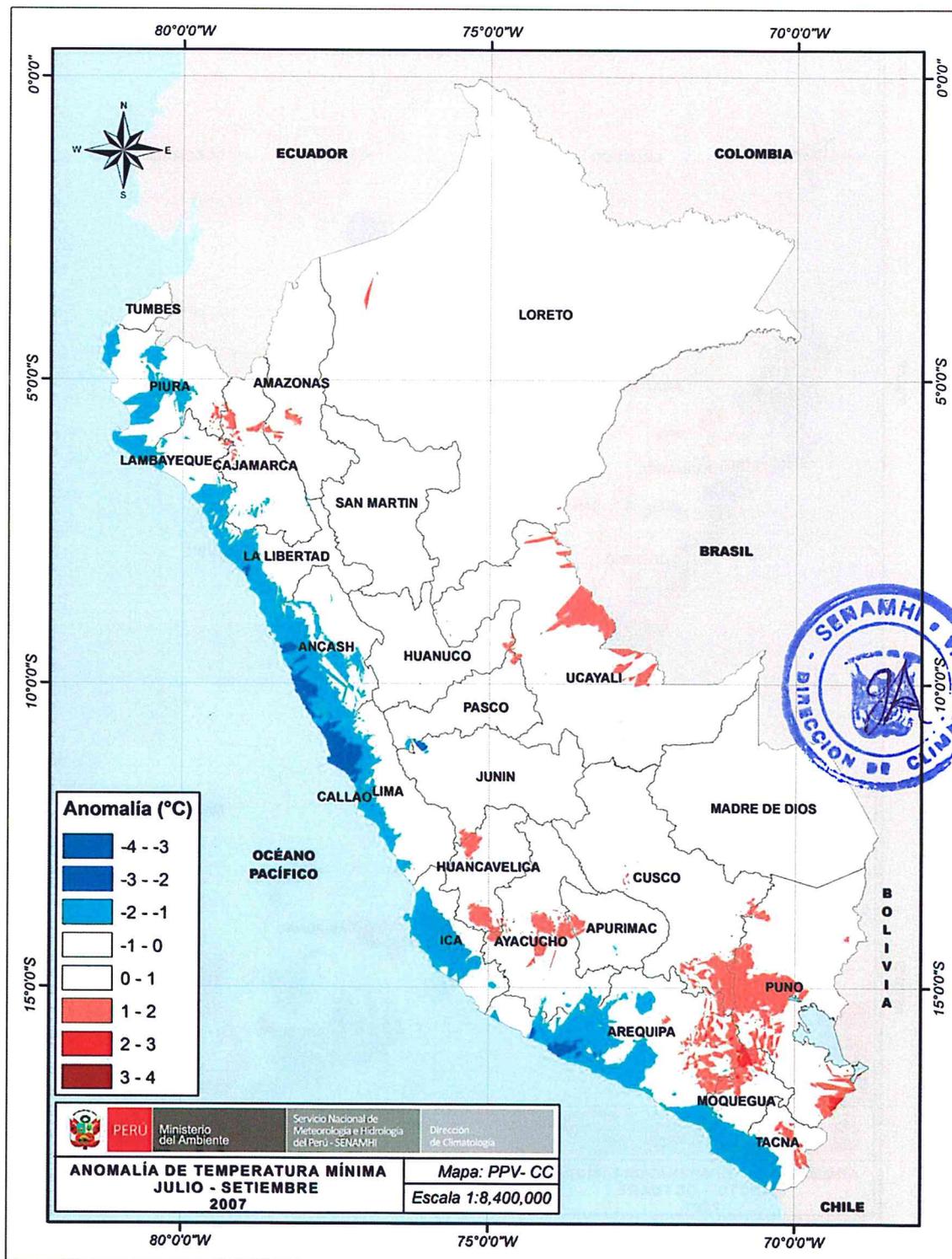
© 2016 SENAMHI-PERÚ
DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA Y EVALUACIÓN AMBIENTAL ATMOSFÉRICA
Jr. Cahui de 758 Jesús María - Lima
6141407; 6141414 - 461 | clima@senamhi.gob.pe | www.senamhi.gob.pe



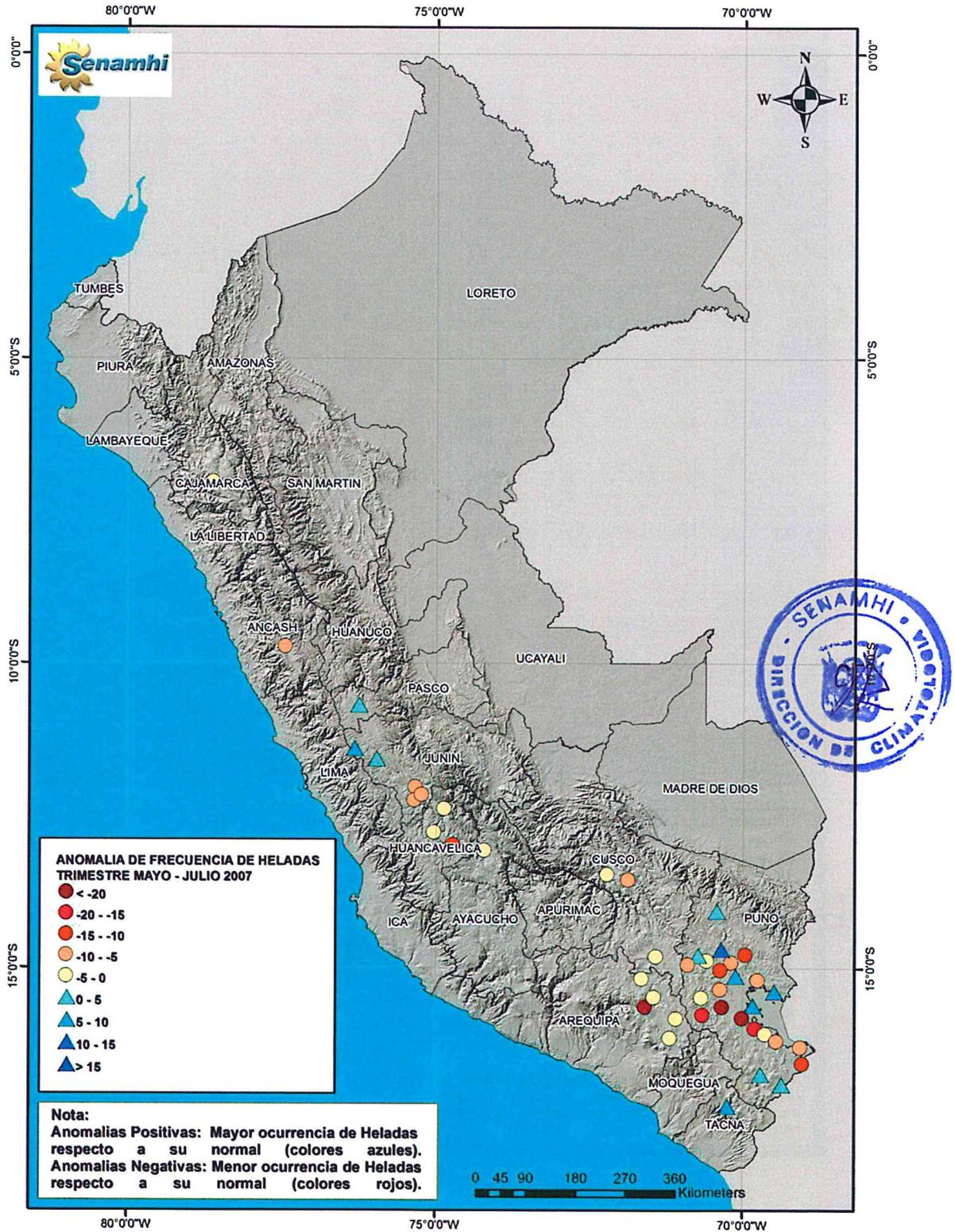
Lima – Perú
Junio, 2016

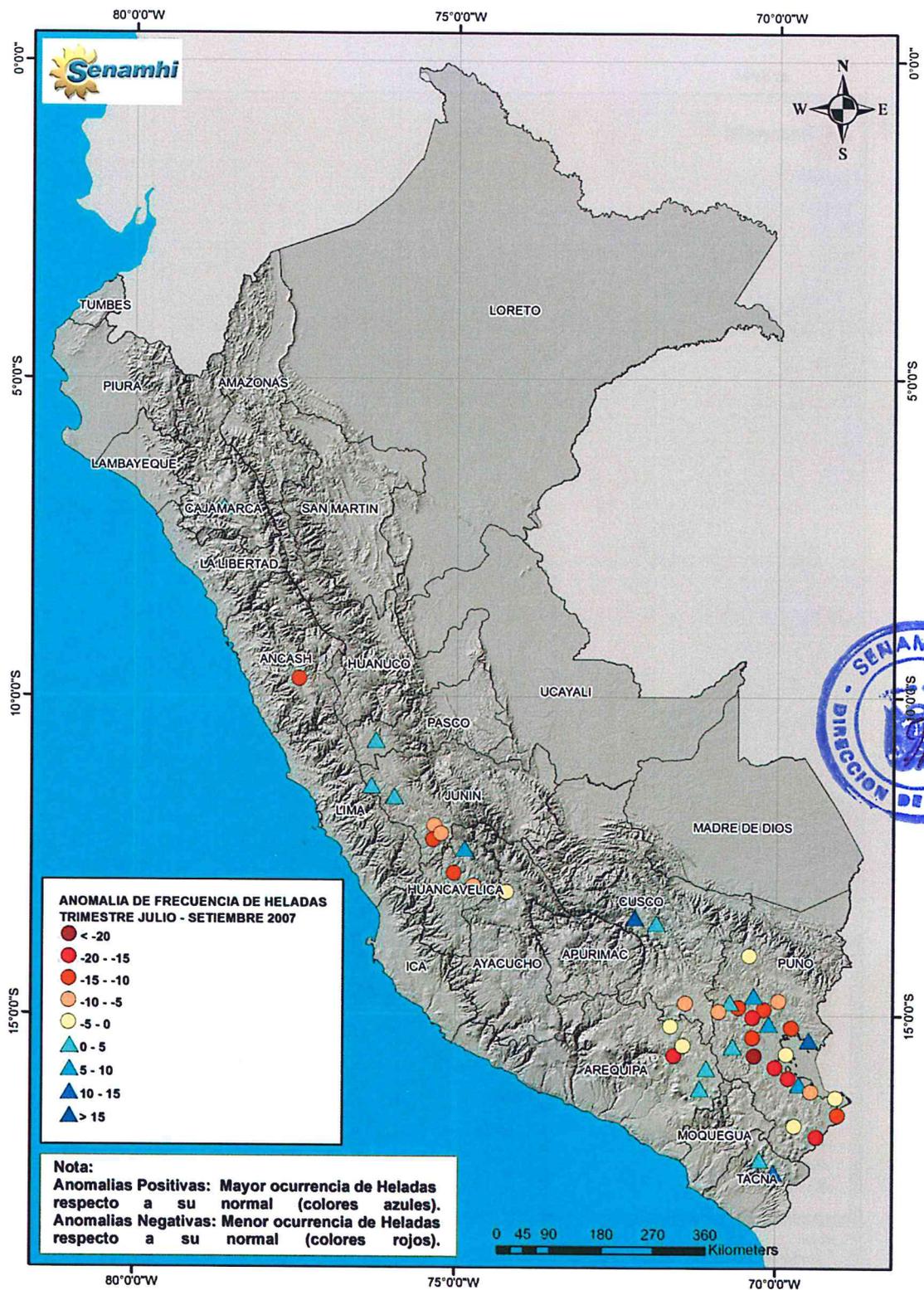
ANEXO A





ANEXO B







© 2016 SENAMHI-PERÚ
DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA Y EVALUACIÓN AMBIENTAL ATMOSFÉRICA
Jr. Cahuide 758 Jesús María - Lima
6141407; 6141414 - 461 | clima@senamhi.gob.pe | www.senamhi.gob.pe



Lima – Perú
Junio, 2016
