

INFORME TÉCNICO N° 028-2017/SENAMHI/DMA-SPC

El Niño Costero 2017

Condiciones Termo-Pluviométricas a Nivel Nacional

DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA Y EVALUACIÓN
AMBIENTAL ATMOSFÉRICA

SUBDIRECCIÓN DE PREDICCIÓN CLIMÁTICA

SENAMHI - PERÚ

AGOSTO 2017

EL NIÑO COSTERO 2017: CONDICIONES TERMO-PLUVIOMÉTRICAS A NIVEL NACIONAL

I. RESUMEN

En enero de 2017 la temperatura superficial del mar (TSM) se incrementó abruptamente en el sector costero de la Región Niño 1+2, hasta alcanzar valores por encima de 26°C en varios puntos de la costa norte del Perú, mientras que en el Pacífico Central (región Niño 3.4) ocurría la transición de condiciones La Niña a condiciones neutras. El súbito calentamiento sobre el Niño 1+2 activó la temprana formación de la segunda banda de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) frente a la costa norte de Perú, lo cual propició la ocurrencia de lluvias muy fuertes en la zona, principalmente entre febrero y marzo. Asimismo, las condiciones océano-atmosféricas tipo “La Niña” en el Pacífico central, sumado a los ingresos de humedad proveniente del norte, propiciaron lluvias fuertes en los Andes occidentales (Tacna, Moquegua, Arequipa, parte de Huancavelica y Ayacucho). El calentamiento costero se inició con el debilitamiento de los vientos alisios del sur en enero, luego, tras la intensificación de la segunda banda de la ZCIT al sur de Ecuador, se activó un mecanismo de retroalimentación que mantuvo los alisios del sur débiles, una segunda banda de la ZCIT desarrollada, y elevadas temperaturas frente a la costa norte hasta el mes de abril. Finalmente, debido a la reducción estacional de la radiación solar, las temperaturas se redujeron y se desactivó la banda secundaria de la ZCIT, iniciándose la rápida declinación del evento.

El periodo de diciembre 2016 a mayo del 2017 calificó formalmente como “El Niño costero” de magnitud moderada, con condiciones frías-neutras en el Pacífico central. Este evento presentó características y/o mecanismos océano-atmosféricos particulares, tanto a escala global como local (a diferencia de los eventos de 1982-1983 y 1997-1998); sin embargo, es comparable con el evento El Niño del año 1925-1926. Por sus impactos, asociados a las lluvias e inundaciones, este evento “El Niño costero 2017” se puede considerar como el tercer “Fenómeno El Niño” más intenso de al menos los últimos cien años para el Perú.

El presente informe resume los eventos extremos de lluvias y temperaturas extremas del aire registradas durante El Niño Costero en el verano 2017. Se realiza un análisis a nivel nacional con énfasis en la costa norte (Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad), sierra central (cuenca del río Rímac) y sierra sur (Huancavelica, Ayacucho, Arequipa, Cusco, Puno, Moquegua y Tacna), así como el monitoreo de temperaturas del aire a lo largo de toda la franja costera (Tumbes a Tacna). Se realiza también un análisis general de las condiciones océano-atmosféricas asociadas a este evento costero.

Palabras clave: El Niño costero, SENAMHI, TSM, lluvias, pronóstico, ICEN.



II. OBJETIVOS

- Analizar el contexto océano-atmosférico asociado al desarrollo de El Niño costero 2017.
- Describir las manifestaciones de El Niño costero 2017 en el régimen de lluvias y temperaturas extremas del aire a nivel nacional y sectorial.

III. CONTEXTO EL NIÑO COSTERO 2017

3.1 Pacífico central – Región Niño 3,4

En diciembre del 2016, en el Pacífico Central (región Niño 3.4) la temperatura superficial del mar (TSM) presentó una anomalía mensual de $-0,6^{\circ}\text{C}$. Según el valor del Índice Oceánico Niño (ONI) se tuvo la presencia de La Niña en el Pacífico Central de magnitud débil hasta diciembre de 2016 (Tabla 1). La actividad convectiva, la subsidencia y el viento zonal en el Pacífico Central fueron consistentes con las condiciones frías; sin embargo, en enero se detectaron ligeras anomalías del viento del oeste hacia los $160^{\circ}\text{W} - 140^{\circ}\text{W}$ sobre la línea ecuatorial. La inclinación este-oeste de la termoclina y el contenido de calor en el Pacífico ecuatorial se presentaron alrededor de lo normal durante enero. Durante febrero la anomalía de TSM mostró un cambio de valores negativos a positivos (principalmente a mediados de mes), luego continuó en sentido ascendente (**Figura 1**) hasta los $+0,3^{\circ}\text{C}$ en la última semana; sin embargo, el promedio mensual alcanzó valores cercanos a lo normal. Entre marzo y mediados de abril la anomalía de la TSM en esta región continuó mostrando valores en el rango neutro, para luego y hacia finales de abril mostrar valores ligeramente positivos, acercándose al umbral de $+0,5^{\circ}\text{C}$ para el mes de mayo, el cual es correspondiente a condiciones cálidas (ENFEN, 2017).

3.2 Pacífico oriental - Región Niño 1+2

Sobre la región Niño 1+2 (cuadrante que abarca la zona norte del mar peruano), la anomalía de la TSM fue del orden de $+0,4^{\circ}\text{C}$ durante diciembre. A partir de la segunda semana de enero se detectó el incremento de la anomalía semanal de la TSM en esta región a $+0,9^{\circ}\text{C}$, así como anomalías de vientos del oeste en el Pacífico Ecuatorial Oriental; el incremento de las anomalías de la TSM continuó, alcanzando hacia finales del mes magnitudes de $+2,0^{\circ}\text{C}$. En el litoral, sobre Talara y Paita se registraron anomalías de TSM del orden de $+5^{\circ}\text{C}$ y $+6^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Por otro lado, la temprana formación de la segunda banda de la ZCIT favoreció el acoplamiento océano-atmosférico en la región del Pacífico oriental y hacia finales de enero se presentaron las primeras lluvias de magnitud fuerte en Tumbes y Piura. En febrero la TSM superó los 28°C en gran parte de la región Niño 1+2 (anomalía de TSM de $1,6^{\circ}\text{C}$), y frente a Piura (a 100 millas de la costa) la TSM alcanzó valores de 29°C . Durante marzo esta región continuó



presentando valores de TSM de 28°C (anomalía de TSM de 1,9°C); sin embargo, en la última semana del mes se observó un repliegue de las aguas más cálidas hacia el norte de dicha región. Finalmente, para el mes de abril se inició el descenso de las anomalías de TSM en la región, declinando a valores del orden de +1°C.

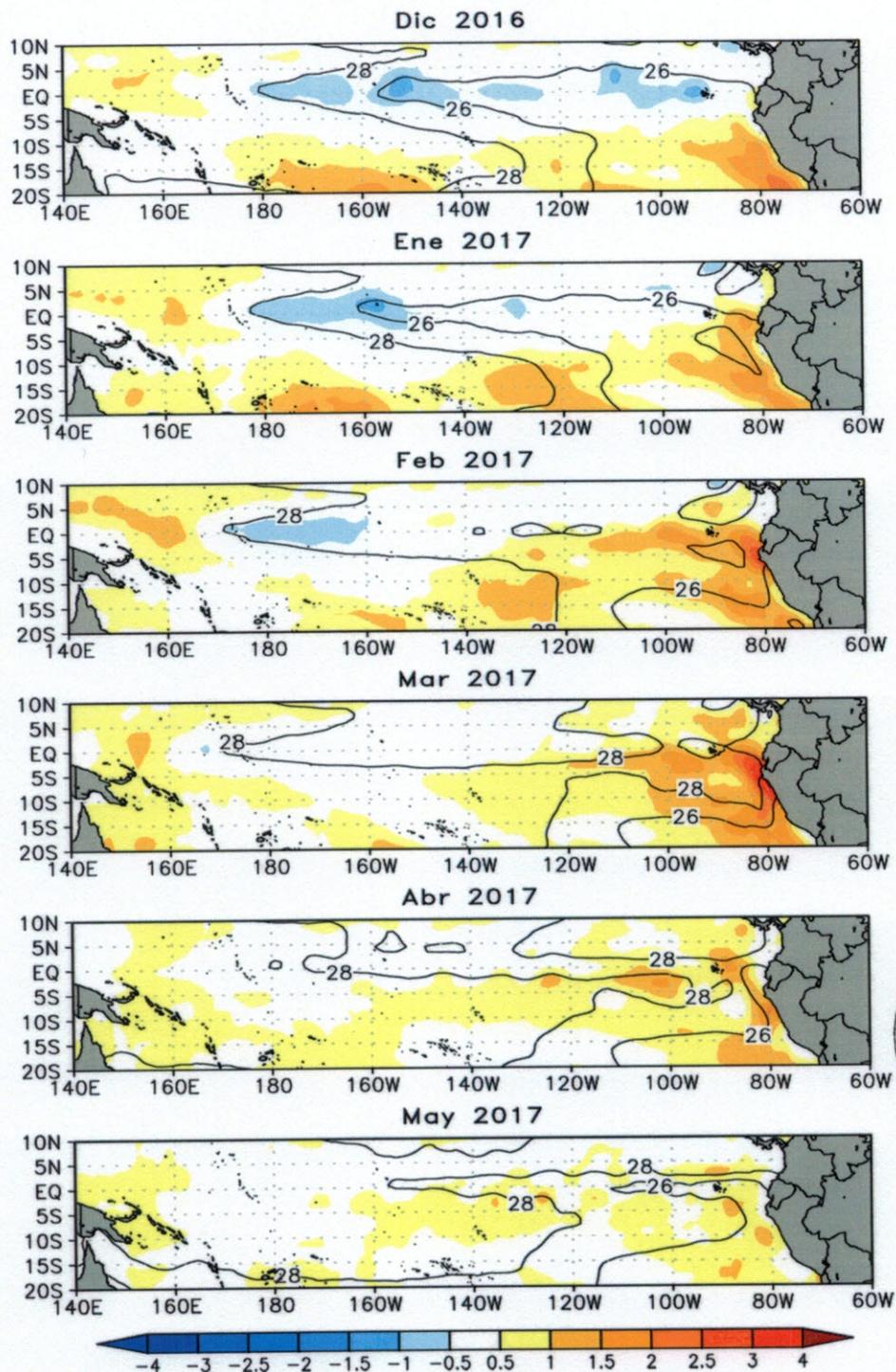


Figura N° 01. Desarrollo de la temperatura superficial del mar (°C; contornos de 26 y 28°C y anomalías en colores) en el Pacífico ecuatorial para el periodo diciembre 2016 – mayo 2017. Datos: OISST, climatología 1981-2010.

Según los valores del ICEN, El Niño costero se extendió desde diciembre 2016 hasta mayo de 2017, alcanzando magnitud moderada en el verano (diciembre 2016 – marzo 2017; Tabla 1). Si bien los pronósticos de los modelos climáticos inicializados entre diciembre 2016 y febrero 2017 fueron acertados para el Pacífico central, ninguno de ellos previó el calentamiento del Pacífico oriental (Región Niño 1+2); no obstante, a partir de enero previeron la persistencia del calentamiento. El pronóstico del ENFEN a partir de este mes se basó sustancialmente en la analogía del evento con El Niño de 1925-1926, el análisis y monitoreo de la interacción océano-atmósfera asociada a la segunda banda de la ZCIT, los vientos del norte y el calentamiento de la costa (Takahashi y Martínez, 2017); en tanto que los pronósticos de lluvias intensas se basaron en los análisis y modelos utilizados por SENAMHI-Perú.

Tabla 1. Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) y del Índice Oceánico Niño (ONI) de diciembre 2016 a mayo 2017. Fuente: ENFEN

Mes	ICEN	Categoría
12/2016	0.42	Cálida Débil
01/2017	1.02	Cálida Moderada
02/2017	1.60	Cálida Moderada
03/2017	1.57	Cálida Moderada
04/2017	1.24	Cálida Moderada
05/2017	0.52	Cálida Débil

Mes	ONI	Categoría
12/2016	-0.73	Fría Débil
01/2017	-0.42	Neutra
02/2017	-0.12	Neutra
03/2017	0.15	Neutra
04/2017	0.39	Neutra
05/2017	0.48	Neutra



3.3 ZCIT y campo de presiones y vientos en el Pacífico oriental

Durante el mes de diciembre, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) mantuvo, en promedio, una posición normal, aunque el promedio mensual del campo de presiones presentó una ligera anomalía negativa; su acercamiento hacia la costa norte de Chile, a mediados de diciembre, propició un ligero incremento de vientos en el litoral sur del Perú. Hacia la segunda semana de enero de 2017, se observaron periodos cortos de incursión de vientos del norte hasta la costa de Lambayeque, al mismo tiempo los vientos alisios del sur se mostraron súbitamente más débiles, asociado a un APS desplazado hacia el sur-oeste de su posición habitual y menos

intenso, manifestándose generalmente debilitado hasta mediados de febrero inclusive. Esta anomalía del campo de presiones y vientos débiles del sur, favoreció la presencia de anomalías de vientos norte sobre la región costera norte y centro, contribuyendo al calentamiento superficial del mar frente a las costas de Perú, propiciando la temprana aparición de la segunda banda de la zona de convergencia intertropical (ZCIT) muy desplazada al sur de su posición habitual, alcanzando su máxima posición sur frente a La Libertad y Ancash (aprox. 10°S) en la primera quincena de marzo. A partir de la segunda quincena de marzo, se observó un progresivo fortalecimiento del APS, lo cual incidió en el paulatino incremento de vientos del sur, y con ello, en el ligero desplazamiento de la ZCIT hacia el norte; hacia finales del mes ya se observaba la disminución de la TSM frente a la costa central y sur, no así en la costa norte, donde la ZCIT se mantuvo desarrollada manteniéndose el acoplamiento océano – atmósfera. En abril, el APS se mostró fortalecido y al sureste de su posición normal, es decir, más próximo hacia el continente; el acercamiento del APS a continente estuvo asociado a sistemas anticiclónicos migratorios, favoreciendo la persistencia de vientos de moderada intensidad principalmente a lo largo de la costa central y sur, evidenciándose anomalías de viento del sur en la zona costera central y sur, lo cual acompañó al alejamiento de la segunda banda de la ZCIT; la cual, luego, continuó su desplazamiento hacia el norte, propio de su estacionalidad. **Figura 2.**

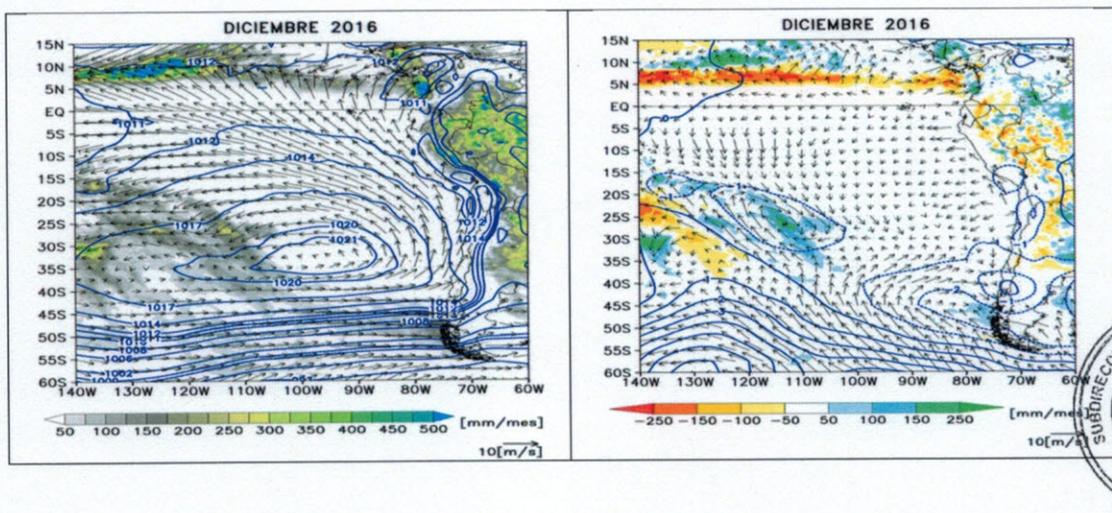
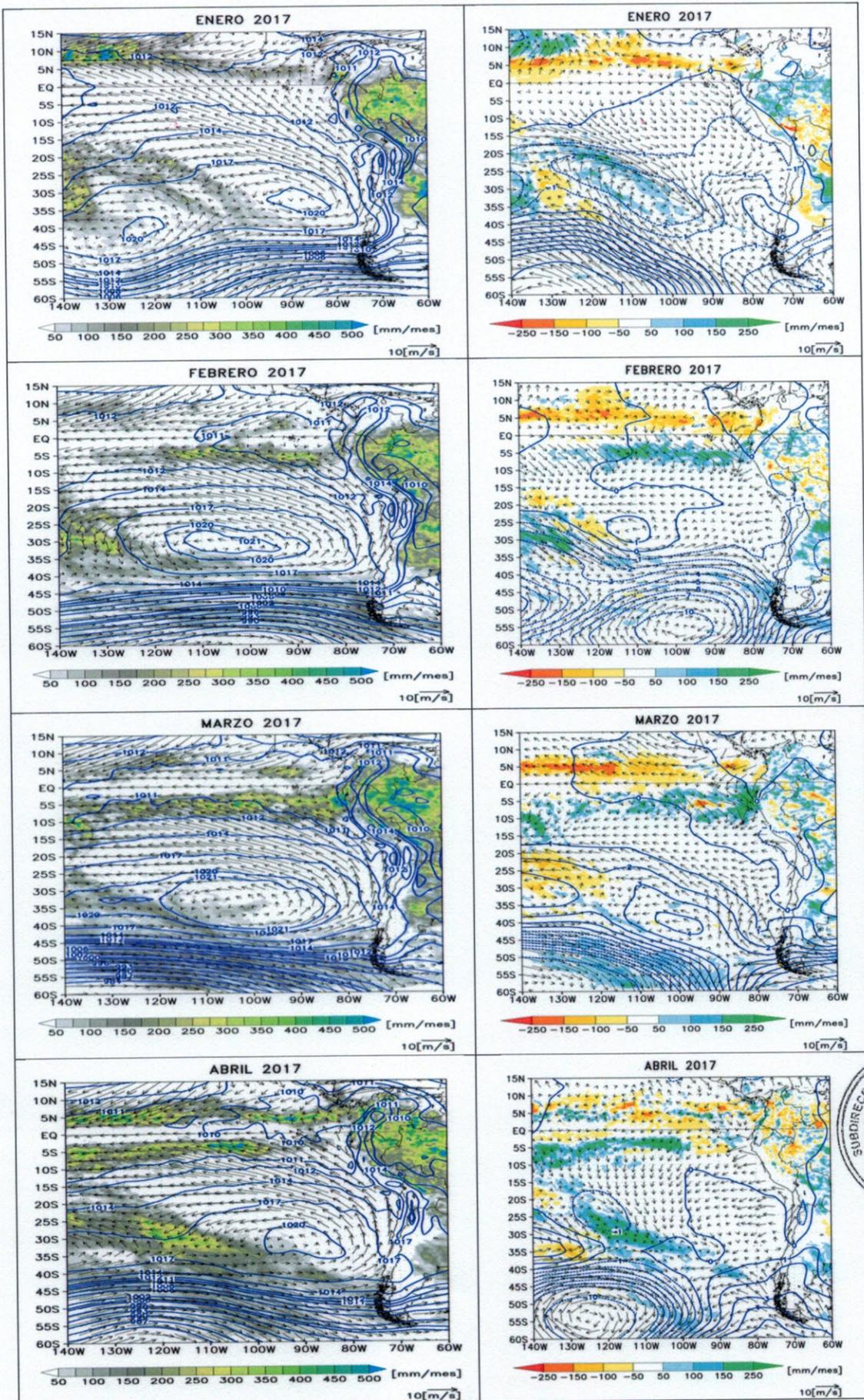


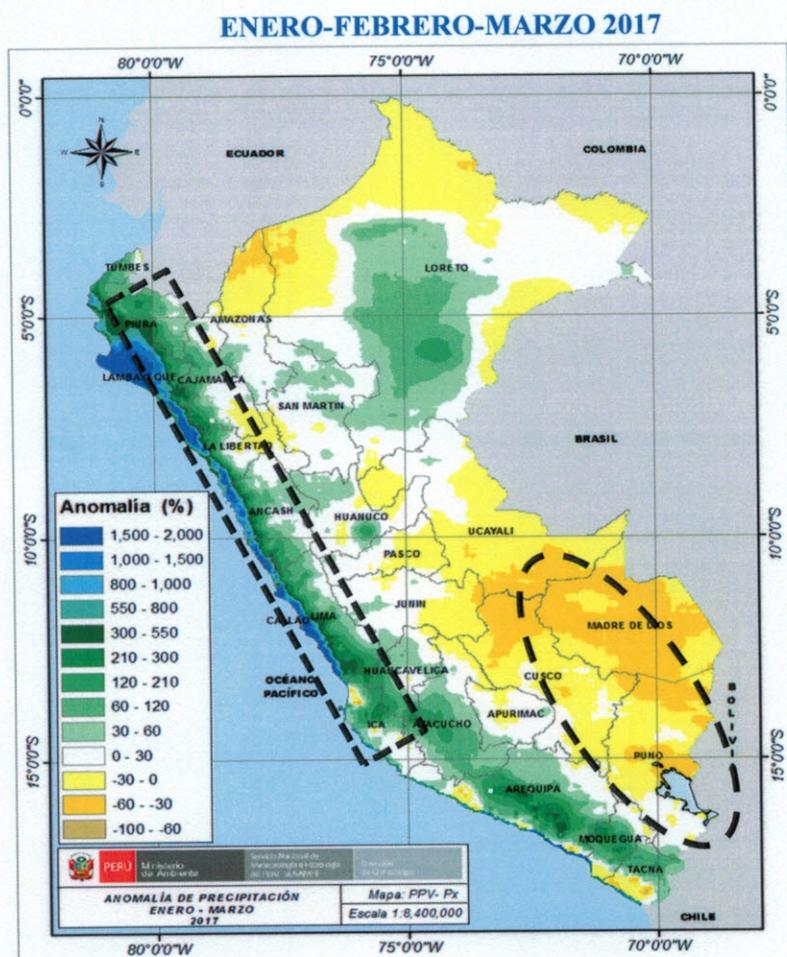
Figura N° 02. Desarrollo de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) en el flanco oriental del Pacífico Ecuatorial para el periodo diciembre 2016 – abril 2017. Datos: Viento a 850 hPa (m/s) y presión reducida al nivel del mar (hPa; NCEP/NCAR Reanalysis), precipitación (mm/mes; TRMM 3B42). Anomalías en la columna derecha



IV. MANIFESTACIONES DE EL NIÑO COSTERO 2017

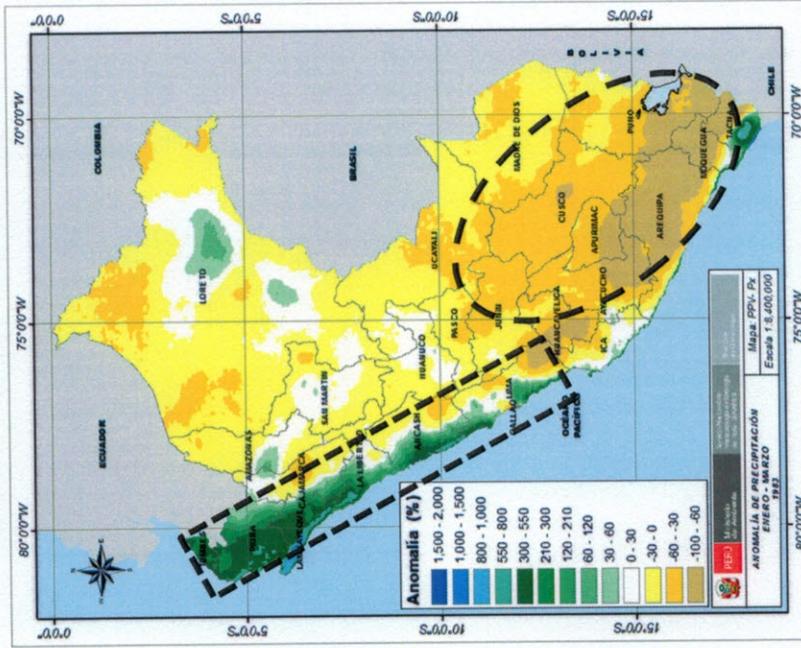
4.1 Comparativo de escenarios de lluvias durante El Niño

Según el MAPA 01 de anomalías porcentuales para el periodo enero-febrero-marzo del 2017, los mayores superávits de lluvias lograron extenderse desde la costa norte (Piura) hasta la costa central (Lima) con anomalías de +1500 a +2000%, esto producto de las lluvias extremas que se activaron durante el verano. A diferencia de los eventos extraordinarios El Niño para ese mismo trimestre las mayores anomalías oscilaron entre 300 a 550% desde Tumbes hasta el centro de Lima durante El Niño de 1983 (MAPA 02) y entre 1000 y 1500% entre Piura y Lambayeque durante El Niño de 1998 (MAPA 03). En cuanto a las condiciones deficitarias en el verano 2017 se concentraron principalmente en la sierra oriental (Cusco y Puno) con anomalías de -30 a -60% siendo más significativas que en 1998 (-30% a 0%) y menores a los registrado en 1983 (-100% a -60%).



MAPA 01. Distribución espacial de las anomalías de lluvias (%) entre enero – marzo del 2017.
Fuente: SENAMHI- Datos Pisco

ENERO-FEBRERO-MARZO 1983

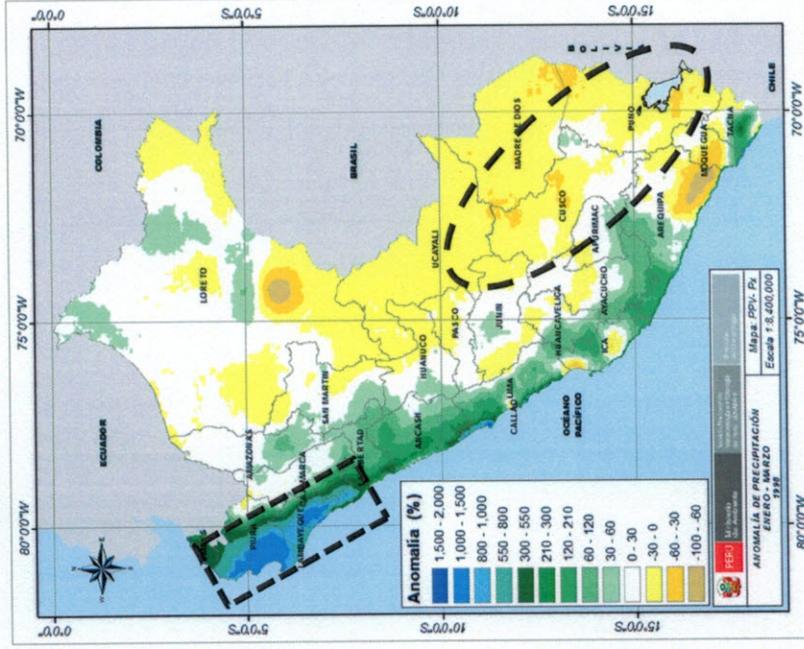


MAPA 02. Distribución espacial de las anomalías de lluvias (%) entre enero – marzo de 1983.

Fuente: SENAMHI- Datos Pisco

Nota: Considerar que estos mapas tienen una mejor representación en zonas donde se cuenta con un mayor número de estaciones meteorológicas.

ENERO-FEBRERO-MARZO 1998



MAPA 03. Distribución espacial de las anomalías de lluvias (%) entre enero – marzo de 1998.



Normalmente las lluvias en la costa norte del país durante el verano fluctúan en promedio entre 120 mm en Tumbes, 160 mm en Piura y 67 mm en Lambayeque, regímenes propios de una zona semidesértica como es la zona noroccidental del Perú, de allí la importancia de la presencia de El Niño como principal factor que modula la variabilidad interanual de las lluvias. El Niño Costero 2017 desencadenó episodios lluviosos importantes en las regiones históricamente afectadas por este evento climático extremo, comparables solo a los eventos extraordinarios de 1982/83, 1997/98 y 1925/26, este último en el caso de la estación Chusis (Piura). Con fines comparativos, en la Figura 03, se muestra los acumulados de lluvia entre los meses de diciembre y abril durante los eventos El Niño 1972/73, 1982/83, 1997/98 y El Niño Costero 2017, para lo cual se han escogido estaciones meteorológicas representativas de Tumbes (Puerto Pizarro), Piura (Miraflores), Lambayeque (Lambayeque), La Libertad (Sinsicap) y Ancash (Malvas), siendo las tres primeras estaciones costeras y las dos últimas estaciones ubicadas en la sierra occidental de dichos departamentos.

Las lluvias acumuladas durante El Niño 1997/98 fueron de mayor cuantía, seguidas de los acumulados de El Niño 1982/83, en tanto, El Niño Costero 2017 es el tercer evento más lluvioso. Es de notar que este comparativo de lluvias es más evidente en las estaciones más norteñas, es decir, entre Tumbes y Lambayeque.

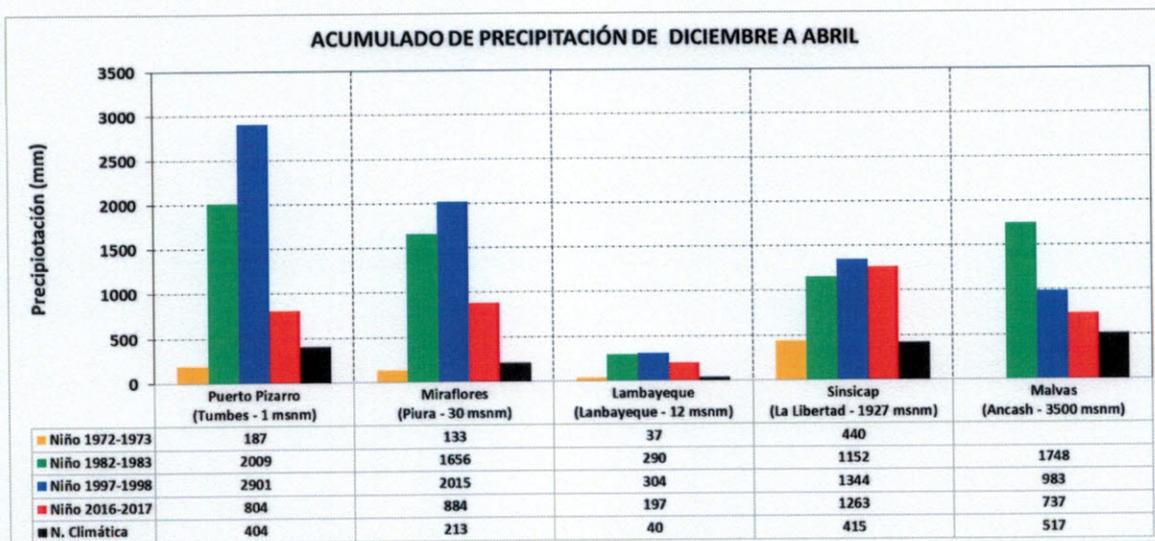


Figura N° 03. Comparativos de acumulados de lluvias en los Fenómenos el Niño desde diciembre a abril del año siguiente de las estaciones Puerto Pizarro (Tumbes), Miraflores (Piura), Lambayeque (Lambayeque), Sinsicap (La Libertad) y Malvas (Ancash).

En la Figura 4 se presenta una secuencia de los años más lluviosos en la ciudad de Piura, tomando como referencia la estación Miraflores, habiéndose reportado entre diciembre 2016 y abril 2017 un acumulado de 884 mm de lluvias, tercer valor más alto de la serie histórica. Cabe resaltar que el dato de El Niño de 1925 (750 mm) es un valor aproximado (Takahashi, 2017).



En El Niño de 1997/98 el acumulado de lluvias fue 2015 mm, seguido por el evento de 1982/83 con 1656 mm. El Niño Costero 2017 registró un acumulado de 884 mm, valor que superó al evento de El Niño de 1925 y a El Niño de 1972.

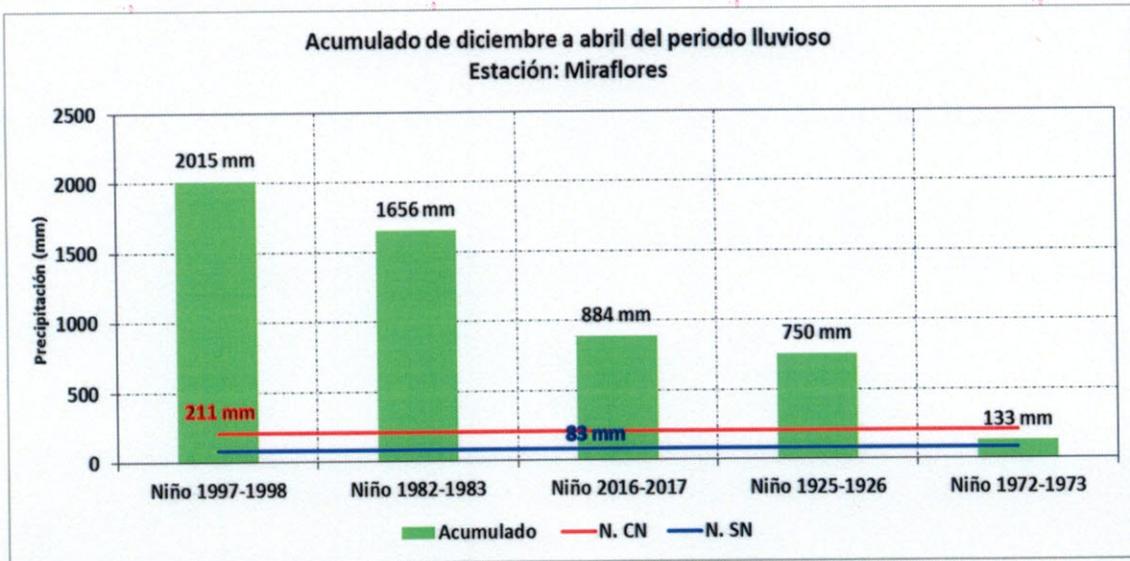


Figura N° 04: Secuencia histórica de años más lluviosos en la ciudad de Piura (estación Miraflores), para el periodo diciembre a abril. Línea continua roja es la normal climática considerando eventos El Niño (211 mm); Línea continua azul es la normal climática sin eventos El Niño (83 mm).

4.2 Anomalías de lluvias a nivel nacional durante El Niño costero 2017

En el mes de ENERO la mayoría de estaciones que superaron el +100% de anomalía se ubicaron en el flanco occidental de la sierra central y sur, región donde hasta el mes de diciembre del año anterior se presentaron deficitarias (Ver Figura 05 y ANEXO 1). En tanto que, en la sierra oriental (Cusco y Puno) persistieron las deficiencias en el rango de -15% a -60%. En el mes de FEBRERO los eventos extremos de lluvias influenciaron en los superávits mayores a +100% en la costa norte (Piura, Lambayeque y La Libertad) y de modo más disperso en la sierra occidental central y sur. Durante este mismo mes, las deficiencias de hasta -60% se acentuaban sobre la región altiplánica (Cusco y Puno). Finalmente, en MARZO en todo el flanco occidental se evidenciaron excesos de lluvias (>+100%) y déficits (-15% a -60%) con lluvias episódicas se mantuvieron en la sierra sur oriental (Puno).



DIC 2017 ENE 2017 FEB 2017 MAR 2017 ABR 2017

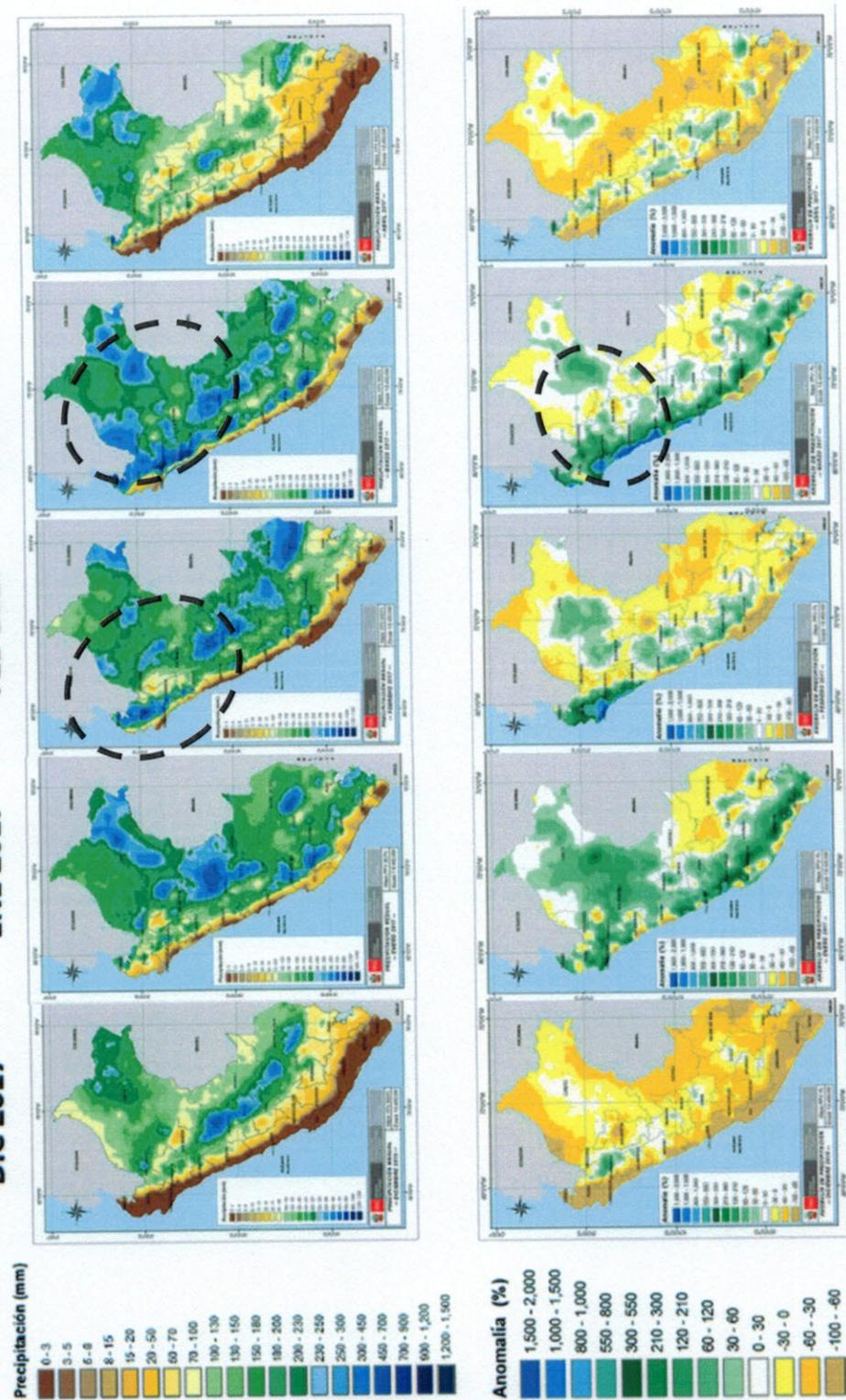


Figura N° 05. Distribución de lluvias entre observada diciembre 2016 – abril 2017. *Arriba*: Valores absolutos (mm); *Abajo*: anomalías porcentuales (%).



4.3 Determinación de periodos secos y húmedos durante el verano 2017

Para la evaluación de condiciones secas y húmedas en el periodo *enero-marzo 2017* se ha utilizado de manera complementaria a las anomalías de precipitación, la estimación del índice de sequía SPI (Standardized Precipitation Index, *por sus siglas en inglés*). El SPI, es un índice que solo requiere de datos de precipitación para su cálculo, con al menos 20 a 30 años de valores mensuales. McKee y otros (1993) utilizaron la clasificación que se muestra en la Tabla 2 para definir las intensidades de sequía resultantes del SPI, las cuales se pueden usar para diferentes escalas de tiempo (01, 03, 06, 12, 24 y 48 meses).

Tabla 2. Valores del SPI (McKee, 1993)

Intensidad	Categoría
$\geq +2$	Extremadamente Húmedo
1.5 a 1.99	Muy Húmedo
1.0 a 1.49	Moderadamente Húmedo
-0.99 a +0.99	Normal
-1.0 a -1.49	Moderadamente Seco
-1.5 a -1.99	Severamente Seco
≤ -2.0	Extremadamente Seco

Nota: En el SPI, cada valor mensual es comparado con todos los registros existentes del mes o meses en cuestión, es decir por ejemplo, el SPI-03 del mes de marzo refiere a tres meses (enero, febrero y marzo), mientras que el SPI-12 del mes de agosto se refiere a 12 meses (periodo entre setiembre y agosto del siguiente año).

a) SPI - MENSUAL

Considerando el SPI-01 2017, en enero se alcanzó la categoría *extremadamente húmeda* en el flanco occidental de los Andes, principalmente desde Lima hasta Tacna; y en las regiones de Cusco y Puno en la sierra sur oriental se evidenciaron deficiencias aisladas entre *moderadas a extremadamente secas*. En febrero las condiciones *extremadamente húmedas* se concentraron en la costa norte del país (Piura y Lambayeque) y las condiciones normales aunque con valores negativos del índice (ligeras deficiencias) se extendieron en gran parte de la sierra sur oriental. En marzo el índice fue *extremadamente húmedo* desde Lambayeque hasta Lima y algunas zonas de Huancavelica y Ayacucho; así mismo, en las regiones del Altiplano prevalecieron condiciones normales con valores positivos del índice (ligeros superávits) y sólo se observaron algunos núcleos de *muy húmedos a extremadamente húmedos* (sur de Cusco y centro-norte de Puno). Ver Figura 06.



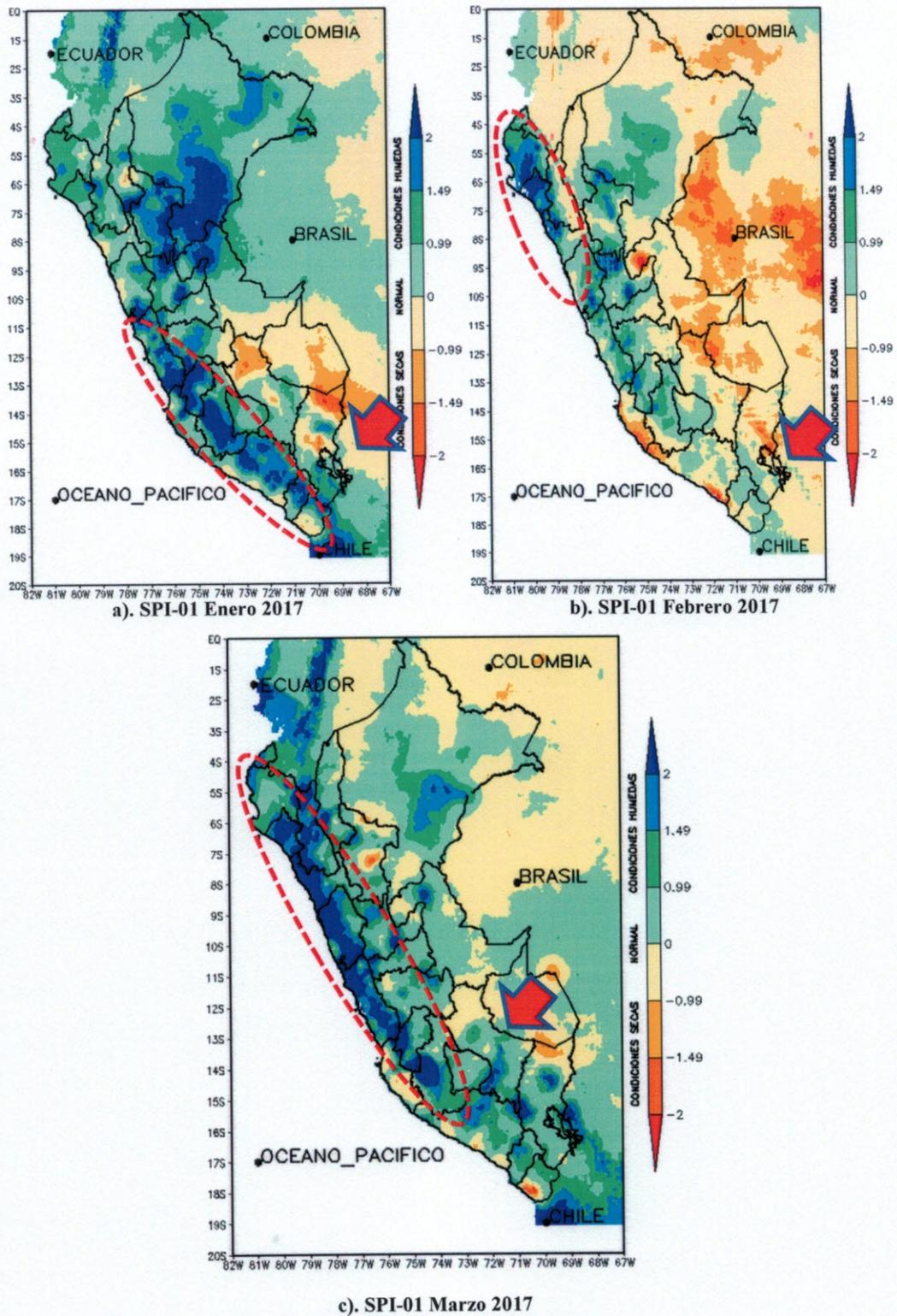


Figura N° 06. Distribución espacial del SPI-01 para la determinación de regiones húmedas y secas durante el verano 2017: a). enero; b). febrero y c). marzo.



b) SPI - TRIMESTRAL

El SPI03 2017 (enero-marzo) indica condiciones *extremadamente húmedas* en la sierra occidental norte y central, incluso en las zonas costeras (Lambayeque a Lima). Similares condiciones se aprecian en los departamentos de Huancavelica y Ayacucho (Figura 07a). En las regiones Altiplánicas predominaron *condiciones normales* (valores positivos o ligeros superávits), no obstante en el norte de Cusco y Puno se alcanzaron condiciones *moderadas a extremadamente secas*.

Haciendo una comparación con los eventos extraordinarios El Niño para el mismo periodo, en el caso de El Niño 1983 (Figura 07b) resaltó un escenario generalmente de seco a *extremadamente seco* en gran parte de en la sierra sur (Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Arequipa, Moquegua, Tacna, Cusco y Puno), muy diferente a El Niño 1998 con un escenario húmedo (*extremadamente húmedo*), especialmente en la costa norte del país desde Tumbes hasta el norte de Lima (Figura 07c).

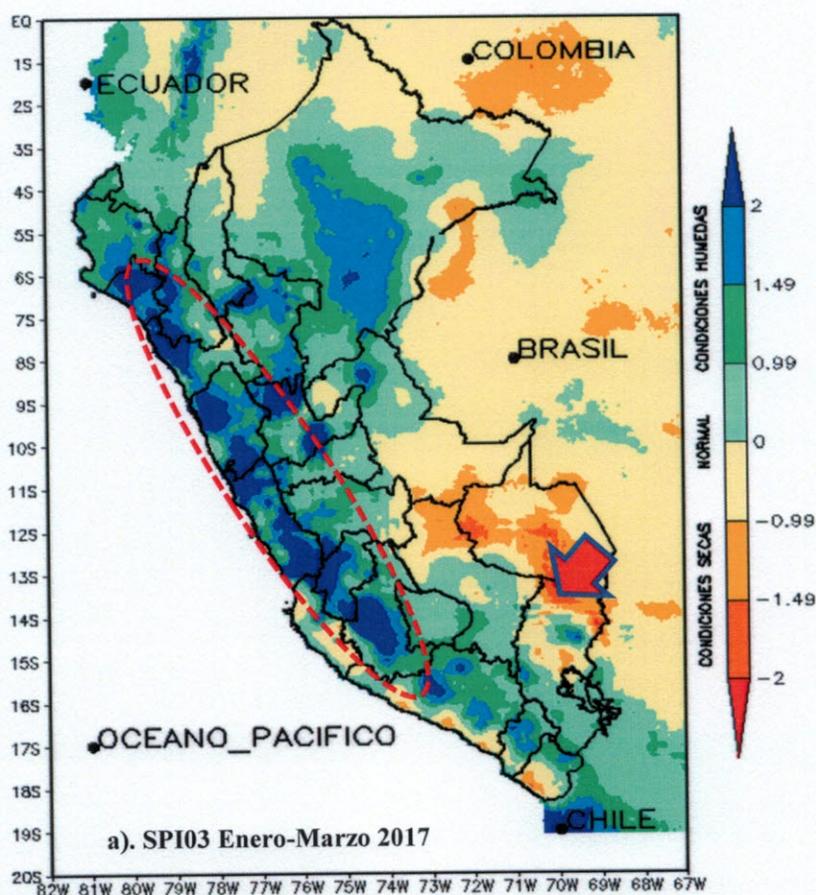


Figura N° 07. Distribución espacial del SPI-03 para la determinación de regiones húmedas y secas durante el periodo enero-marzo. a). 2017



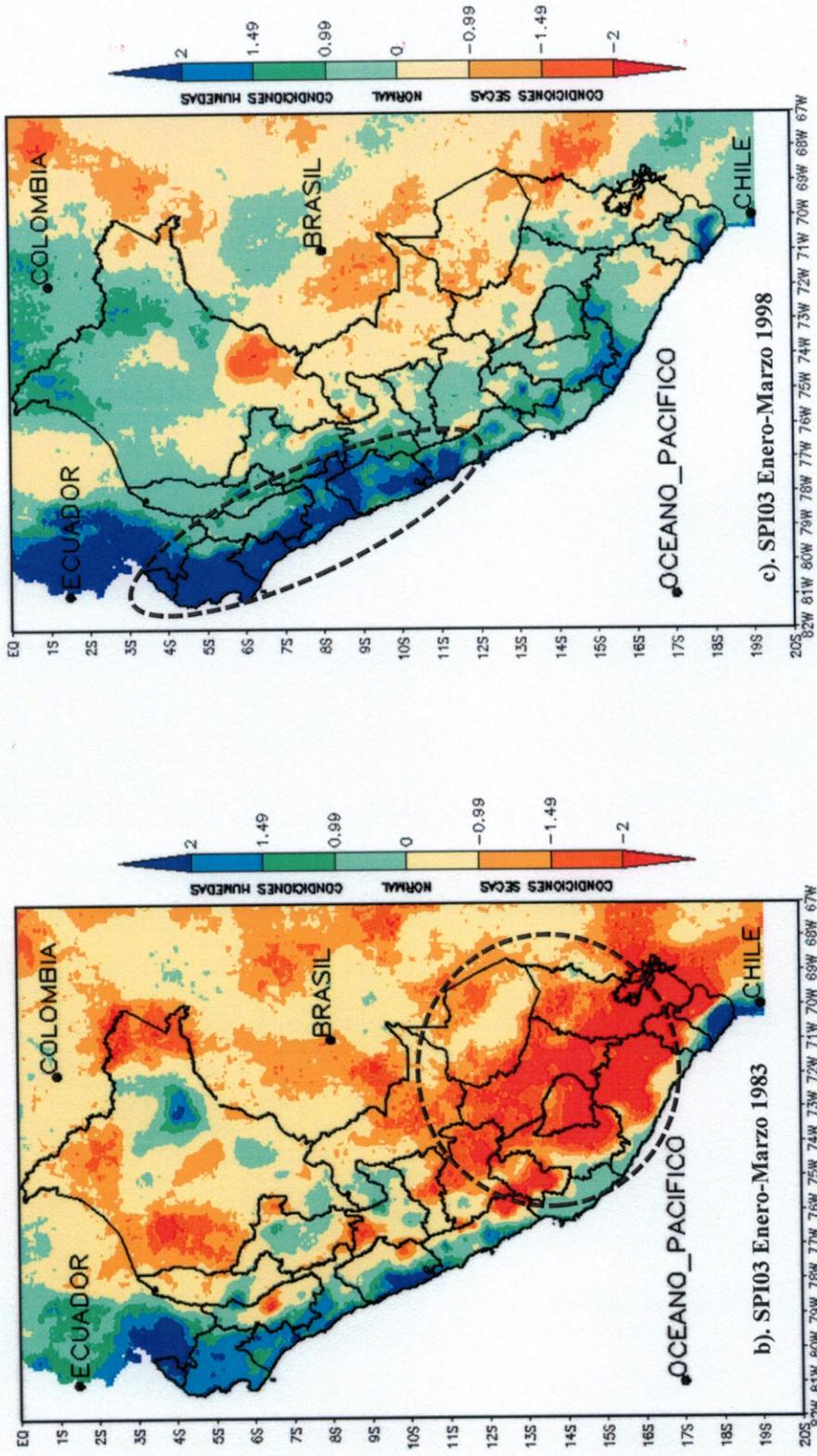


Figura N° 07. Distribución espacial del SPI-03 para la determinación de regiones húmedas y secas durante el periodo enero-marzo. b). 1983 y c). 1998.

4.4 Umbrales de lluvias intensas durante El Niño Costero 2017

Si bien los acumulados de lluvia mensuales o trimestrales son parámetros importantes para ponderar las manifestaciones de El Niño en determinadas regiones, también los acumulados diarios permiten identificar la intensidad de eventos extremos de lluvias que en el lapso de pocas horas pueden desencadenar incrementos sustanciales de los caudales y potenciales inundaciones. El siguiente análisis permitió caracterizar las lluvias diarias en milímetros¹ que acontecieron durante El Niño costero 2017, en base a los percentiles de toda la información disponible, generalmente desde el año 1964 a la actualidad (Nota Técnica 001 – SENAMHI/ DGM, 2014 – L. Alfaro), habiendo sido información relevante para la toma de decisiones.

Las categorías se evalúan en la Tabla 3).

Tabla 3. Rangos de umbrales de precipitación (Alfaro, 2014).

Umbrales de precipitación	Caracterización de lluvias extremas
$RR/día > P99$	Día extremadamente lluvioso
$P95 < RR/día \leq P99$	Día muy lluvioso
$P90 < RR/día \leq P95$	Día lluvioso
$P75 < RR/día \leq P90$	Día moderadamente lluvioso

Dónde:

P99: percentil 99.

P95: percentil 95.

P90: percentil 90.

P75: percentil 75.

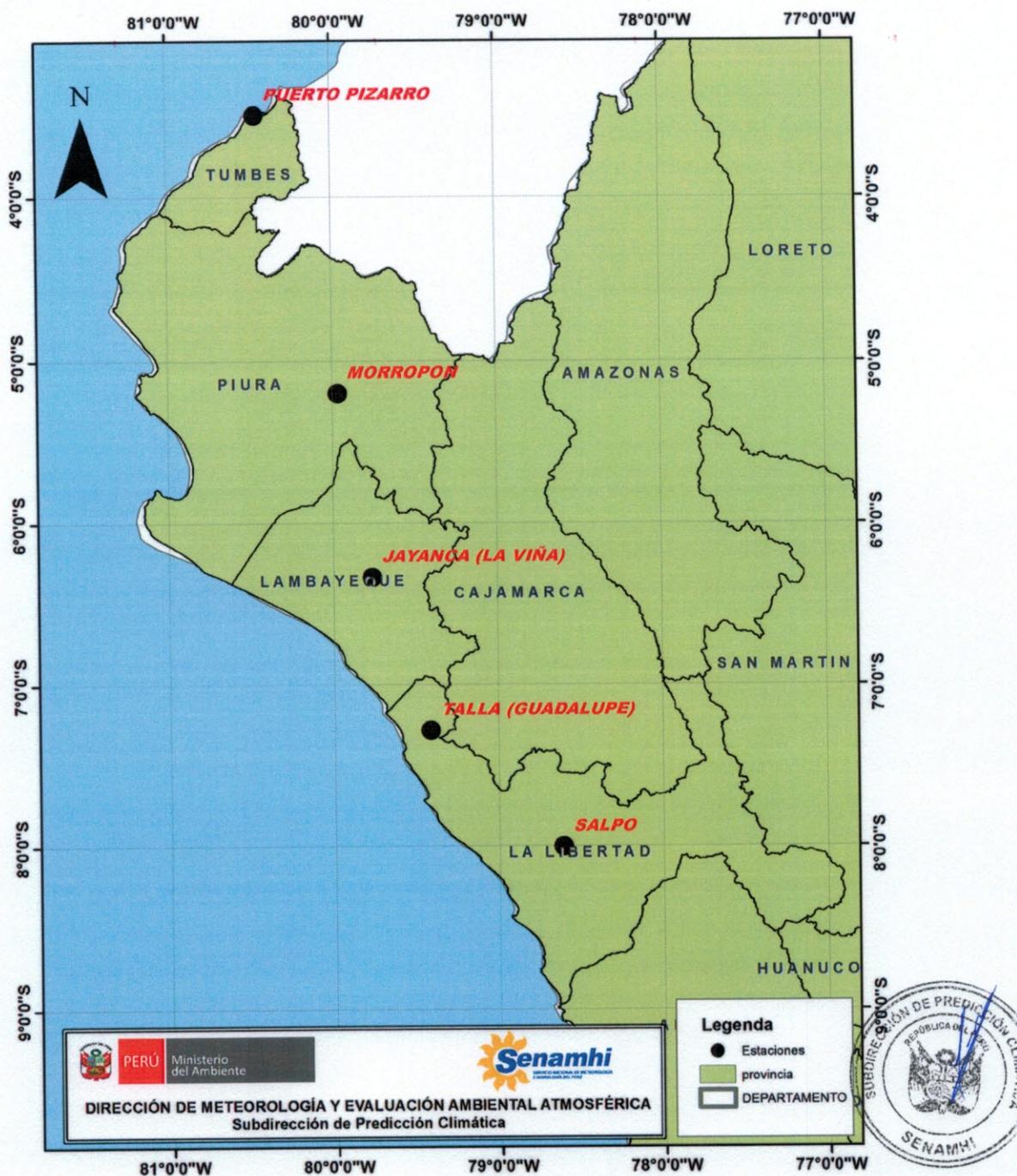
RR/día: precipitación acumulada diaria.

a. Costa norte

Para esta región se consideró estaciones ubicadas en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. (Ver Mapa 04).



¹Milímetro (mm) es la unidad de medida usada en meteorología para las precipitaciones y expresa la cantidad de lluvia caída en litros sobre una superficie de un metro cuadrado.



Mapa 04. Ubicación de las estaciones representativas de la costa norte para el análisis de lluvias extremas durante El Niño Costero 2017.

a.1 Tumbes

En general en todo el trimestre (enero, febrero y marzo), la Región presentó mayor frecuencia de días categorizadas como “días lluviosos” (lluvias inferiores al percentil 95) (Ver anexo 2). No obstante, episodios de “días extremadamente lluviosos” se registraron esporádicamente durante el verano con acumulados de hasta 192,8 mm (valor record de todos los eneros) y 77,4 mm (30 de marzo) en la estación meteorológica de Puerto Pizarro (Tumbes). (Ver Figuras 8 y 9 y Tabla 4).

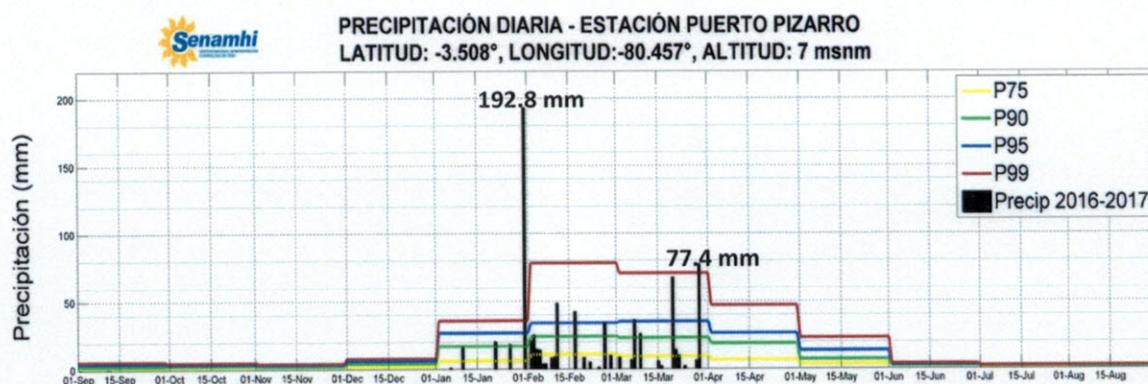


Figura 08. Precipitación diaria (barra negra) y umbrales de precipitación percentil 75 (línea amarilla), percentil 90 (línea verde), percentil 95 (línea azul), percentil 99 (línea roja) durante el periodo septiembre del 2016 a abril del 2017 de la estación meteorológica “Puerto Pizarro”.

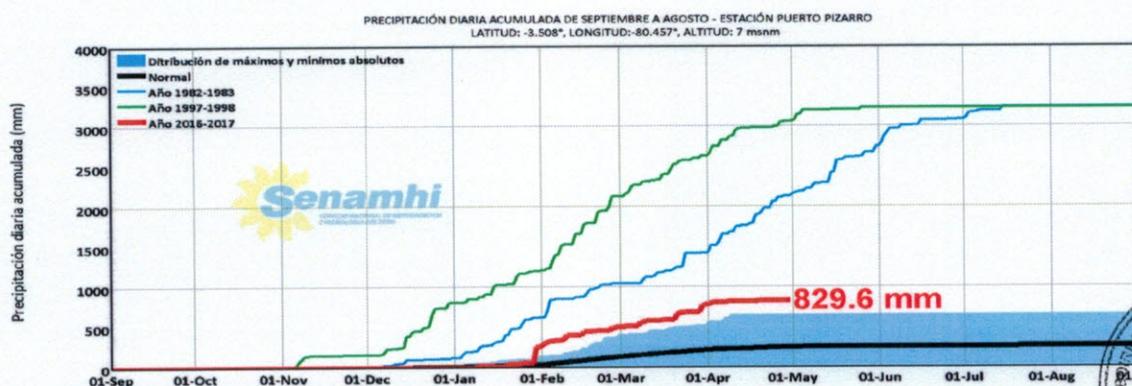


Figura 09. Acumulado de precipitación desde septiembre de 2016 a abril del 2017 de la estación “Puerto Pizarro”. La línea negra representa el valor normal acumulado, la línea roja el acumulado de lluvias durante el periodo 2016 -2017, la línea verde el acumulado de lluvias durante El Niño 1997/98, la línea azul el acumulado de lluvias durante El Niño 1982/83, y el área celeste los valores extremos observados a lo largo de toda la serie (dispersión).



a.2 Piura

La Región presentó mayor frecuencia de lluvias a partir de la tercera decadiaria de enero, sin embargo los mayores acumulados se dieron en el mes de marzo llegando a registrarse “días extremadamente lluviosos”, “días muy lluviosos”, “días lluviosos” y records históricos de precipitación. Entre las estaciones con mayores acumulados diarios resaltan El Partidor (258,5 mm - record), San Pedro (159,5 mm) y Morropón (150,5 mm). (Ver Figuras 10 y 11 y Tabla 4).

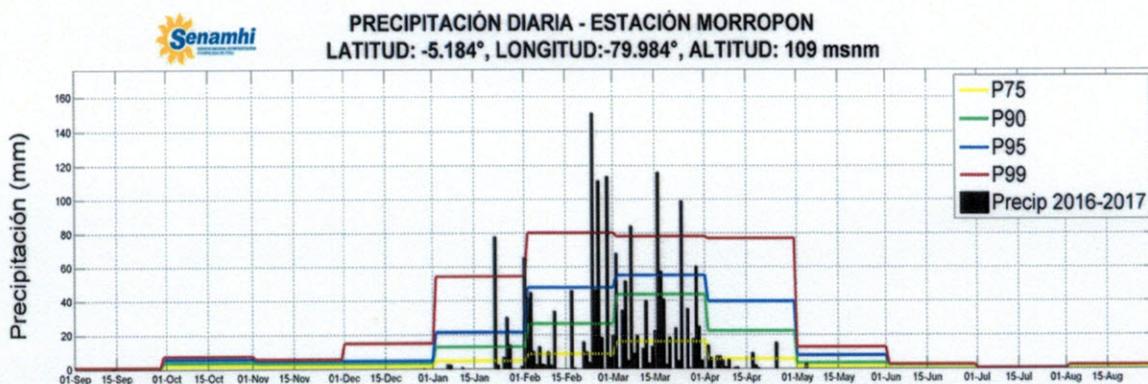


Figura 10. Precipitación diaria (barra negra) y umbrales de precipitación (percentil 75 (línea amarilla), percentil 90 (línea verde), percentil 95 (línea azul), percentil 99 (línea roja) durante el periodo septiembre del 2016 a abril del 2017 de la estación meteorológica “Morropón”.

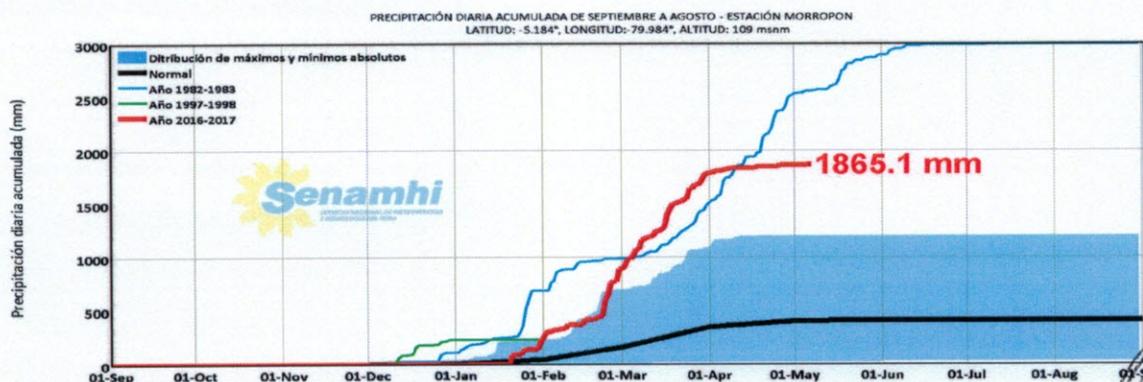


Figura 11. Acumulado de precipitación desde septiembre de 2016 a abril del 2017 de la estación “Morropón”. La línea negra representa el valor normal acumulado, la línea roja el acumulado de lluvias durante el periodo 2016 -2017, la línea verde el acumulado de lluvias durante El Niño 1997/98, la línea azul el acumulado de lluvias durante El Niño 1982/83, y el área celeste los valores extremos observados a lo largo de toda la serie (dispersión).



a.3 Lambayeque

Al igual que en Piura esta Región, presentó mayores acumulados de precipitación (con anomalías porcentuales superiores al 100% - Ver Anexo 1) en la zona costera y cuenca media durante febrero y marzo llegándose a registrar días “extremadamente lluviosos” con acumulados de hasta 120,8 mm (1 de febrero), 109,8 mm (2 de febrero) y 113,0 (4 de marzo) mm, en Jayanca. Cabe indicar, que la normal de Jayanca para febrero es 21,5 mm y para marzo es 21,2 mm. (Ver Figuras 12 y 13). Episodios de lluvia de similar cuantía se reportaron en las estaciones de Lambayeque (38 msnm), Reque (21 msnm), Cayalti (102 msnm) y Tinajones (218 msnm), llegándose a superar las normales climáticas en dichos puntos.

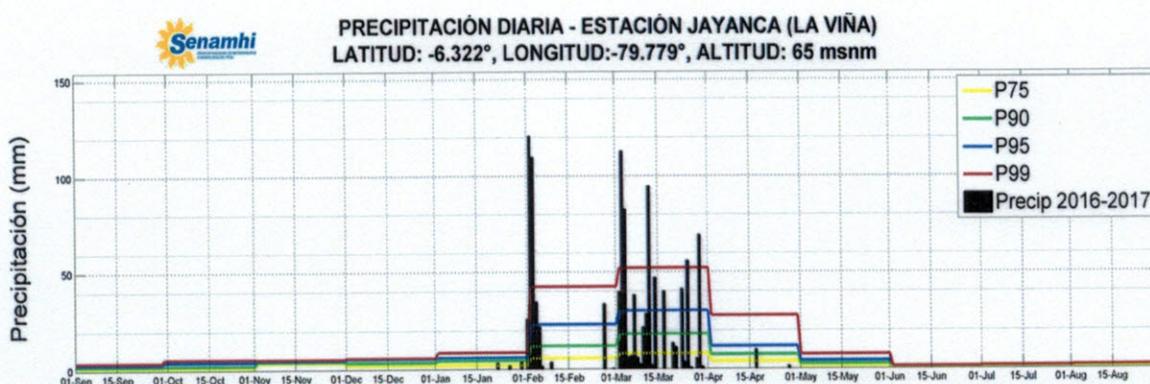


Figura 12. Precipitación diaria (barra negra) y umbrales de precipitación (percentil 75 (línea amarilla), percentil 90 (línea verde), percentil 95 (línea azul), percentil 99 (línea roja) durante el periodo septiembre del 2016 a abril del 2017 de la estación “Jayanca (La Viña)”.

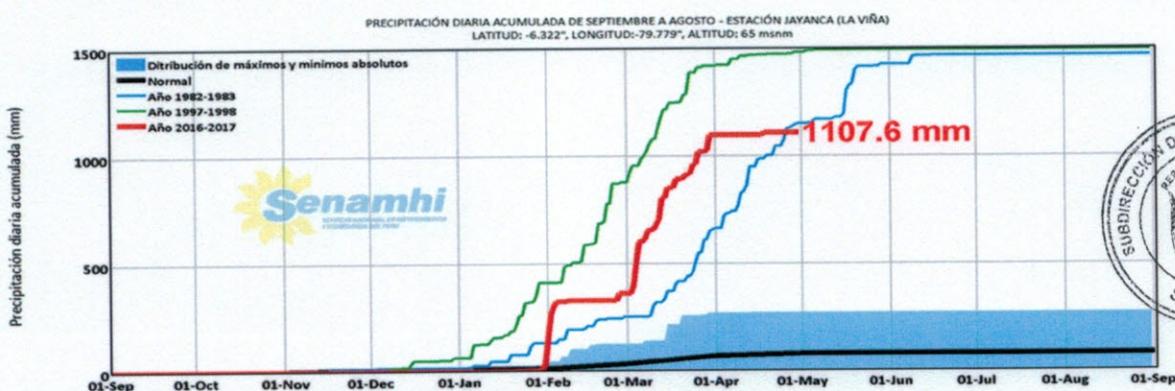


Figura 13. Acumulado de precipitación desde septiembre de 2016 a abril del 2017 de la estación “Jayanca (La Viña)”. La línea negra representa el valor normal acumulado, la línea roja el acumulado de lluvias durante el periodo 2016 -2017, la línea verde el acumulado de lluvias durante El Niño 1997/98, la línea azul el acumulado de lluvias durante El Niño 1982/83, y el área celeste los valores extremos observados a lo largo de toda la serie (dispersión).

a.4 La Libertad

En esta Región, las lluvias intensas (“días lluviosos”, “días muy lluviosos” y “extremadamente lluviosos”) se presentaron con mayor frecuencia en marzo, y se dieron con mayor incidencia en la provincia de Trujillo y Ascope (Ver Anexo 2). Entre los acumulados diarios (24 horas) más sobresalientes se tiene los 47,7 mm en Salpo, 32,5 mm en Talla Guadalupe, 34,1 mm en Callancas y 31,8 mm en Cachiucadan. Cabe indicar que estos acumulados se reportaron entre el 14 y 15 de marzo. (Ver Figuras 14 al 17).

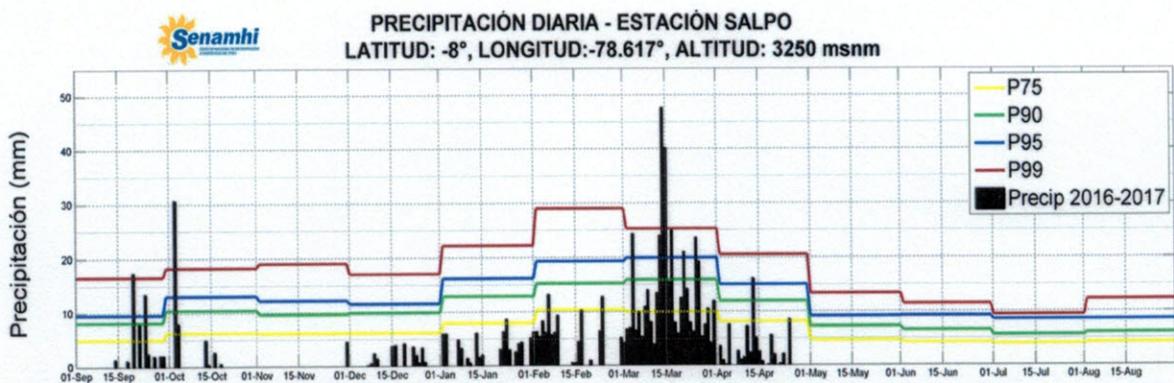


Figura 14. Precipitación diaria (barra negra) y umbrales de precipitación (percentil 75 (línea amarilla), percentil 90 (línea verde), percentil 95 (línea azul), percentil 99 (línea roja) durante el periodo septiembre del 2016 a abril del 2017 de la estación “Salpo”.

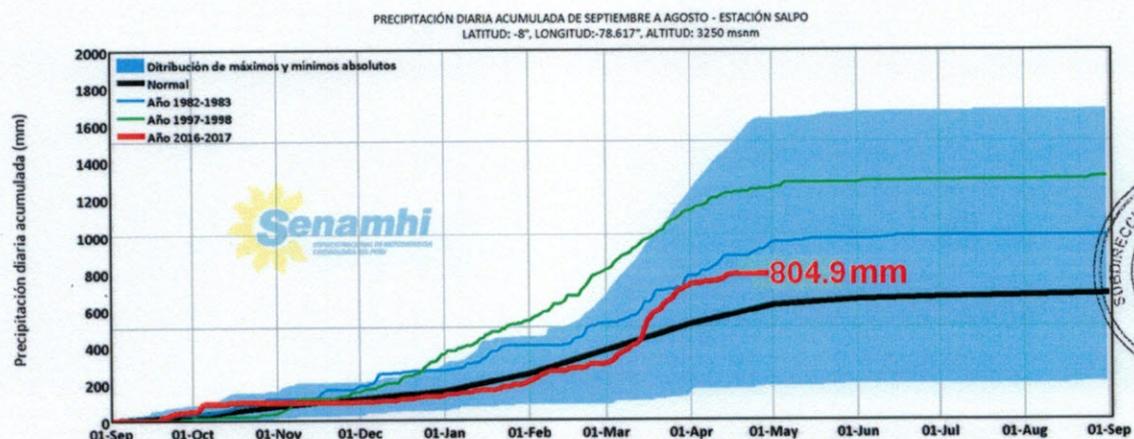


Figura 15. Acumulado de precipitación desde septiembre de 2016 a abril del 2017 de la estación “Salpo”. La línea negra representa el valor normal acumulado, la línea roja el acumulado de lluvias durante el periodo 2016 -2017, la línea verde el acumulado de lluvias durante El Niño 1997/98, la línea azul el acumulado de lluvias durante El Niño 1982/83, y el área celeste los valores extremos observados a lo largo de toda la serie (dispersión).

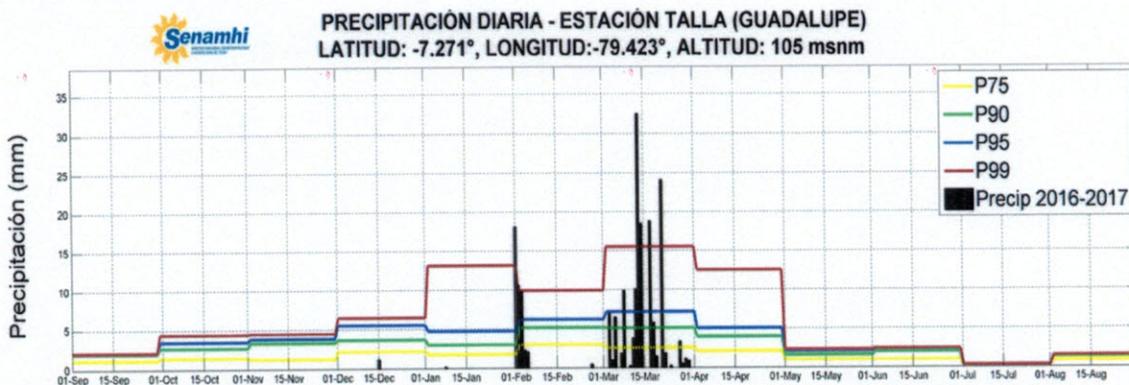


Figura 16. Precipitación diaria (barra negra) y umbrales de precipitación (percentil 75 (línea amarilla), percentil 90 (línea verde), percentil 95 (línea azul), percentil 99 (línea roja) durante el periodo septiembre del 2016 a abril del 2017 de la estación “Talla (Guadalupe)”.

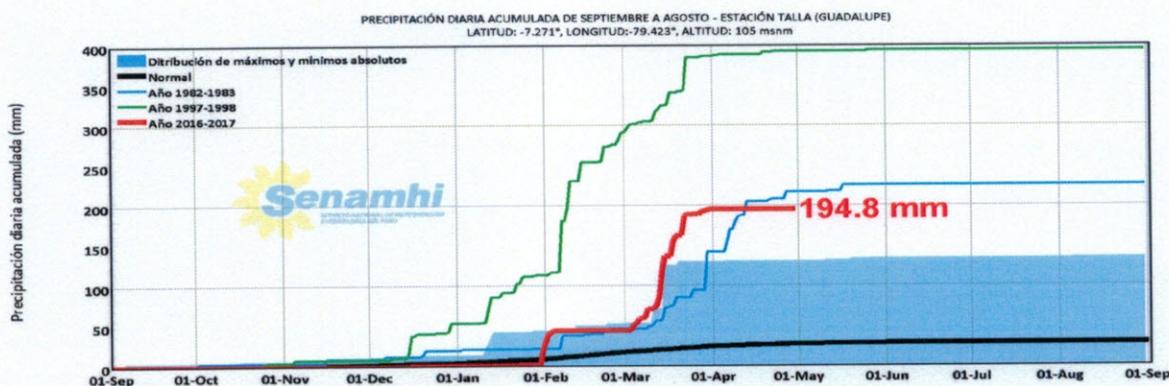


Figura 17. Acumulado de precipitación desde septiembre de 2016 a abril del 2017 de la estación “Talla (Guadalupe)”. La línea negra representa el valor normal acumulado, la línea roja el acumulado de lluvias durante el periodo 2016 -2017, la línea verde el acumulado de lluvias durante El Niño 1997/98, la línea azul el acumulado de lluvias durante El Niño 1982/83, y el área celeste los valores extremos observados a lo largo de toda la serie (dispersión).

Es preciso recalcar, que la frecuencia e intensidad de estas lluvias respondió al acoplamiento océano-atmosférico durante el evento El Niño costero 2017, principalmente entre enero y marzo, cuando la temprana formación de la segunda banda de la ZCIT intensificó su actividad convectiva en la costa centro y norte occidental. La Tabla 4 muestra los records históricos de precipitación ocurridos en el verano 2017.



Tabla 4. Récorde de lluvias en 24 horas durante los meses de enero, febrero y marzo.

Récorde Históricas de Precipitación Max 24/h (mm)										
Estaciones	ENERO			FEBRERO			MARZO			
	2017	1° récorde histórico registrado	2° récorde histórico registrado	2017	1° récorde histórico registrado	2° récorde histórico registrado	2017	1° récorde histórico registrado	2° récorde histórico registrado	
Tumbes	Papayal	67.7	90/1987	80,6/1998	21.1	219/1998	131,6/2006	52.2	103,7/2002	91,5/2008
	Puerto Pizarro	192.8	192,8/2017	97,1/1998	48.6	139/1983	131,1/1998	67.4	166/1983	129,2/1999
	Matapalo	70.6	129,4/1998	97,3/2007	111.6	276,4/1998	138,6/1995	80.6	119,7/1998	113,9/2015
Piura	Chusis	13.7	116,3/1999	25/1976	9.3	64,3/1998	17/2012	140.6	141/2017	136,2/1994
	Bernal	29.9	77,2/1998	29,9/2017	66.2	123,2/1998	66,2/2017	121.7	121,7/2017	108,4/1998
	Miraflores	54.2	173,6/1998	67,3/1983	70	104,5/1983	90/1998	87.2	112/1998	98/1983
	San Miguel	53.8	75/1983	65,2/1998	99.6	99,6/2017	81,9/1998	126.1	126,1/2017	113,6/2017
	Morropón	78	152,7/1983	95,4/2009	150.5	150,5/2017	113,5/2017	116	170,9/1981	120/2012
	Lancones	21.8	146,6/1998	80/1973	63.8	139,8/1998	110,5/2008	140	200/2016	151,4/2013
	Partidor	41.6	160/1998	92,8/2009	40.6	167/2009	139/2008	258.5	258,5/2017	145,3/1998
	San Pedro	75.3	168/1983	130/1998	155.3	166,5/1983	109,5/2008	159.5	159,5/2017	142,3/1998
Malacasi	72.3	122,0/1998	72,3/2017	134.2	134,2/2017	95,8/2000	143.1	251,2/1998	143,1/2017	
Lambayeque	Cayalti	2.4	26,2/1983	22,8/1998	41.9	77,3/1998	41,9/2017	51.3	78,2/1972	65,8/1983
	Reque	1.1	48,3/1983	7,5/1998	21.4	60,4/1998	21,4/2017	29.8	56/1983	49,5/1998
	Jayanca	25.9	59,6/1998	37,4/1983	120.8	120,8/2017	109,8/2017	113	113/2017	94,8/2017
	Lambayeque	1.7	47,3/1983	8,2/1998	34.6	71,3/1998	35/1943	60.7	63,6/1983	60,7/2017
	Tinajones	14.6	60,9/1998	19,0/2008	81.8	290,7/2002	81,6/2017	85.7	116,3/1998	93,2/1971
La Libertad	Talla	18.1	22,6/1989	16,1/1998	10.6	63/1998	21,8/1999	32.5	55/1972	46,9/1983

También es preciso reiterar que la intensidad y frecuencia de lluvias desencadenan desastres como inundaciones, por consiguiente, se evaluó la frecuencia de lluvias en la Cuadro 1, donde se ha identificado que las estaciones de Santo Domingo (1514 msnm), Ayabaca (2567 msnm), Huarmaca (2186 msnm) y Malacasi (240 msnm) presentaron lluvias sin interrupciones durante 31, 25, 26 y 34 días entre febrero y marzo, respectivamente.

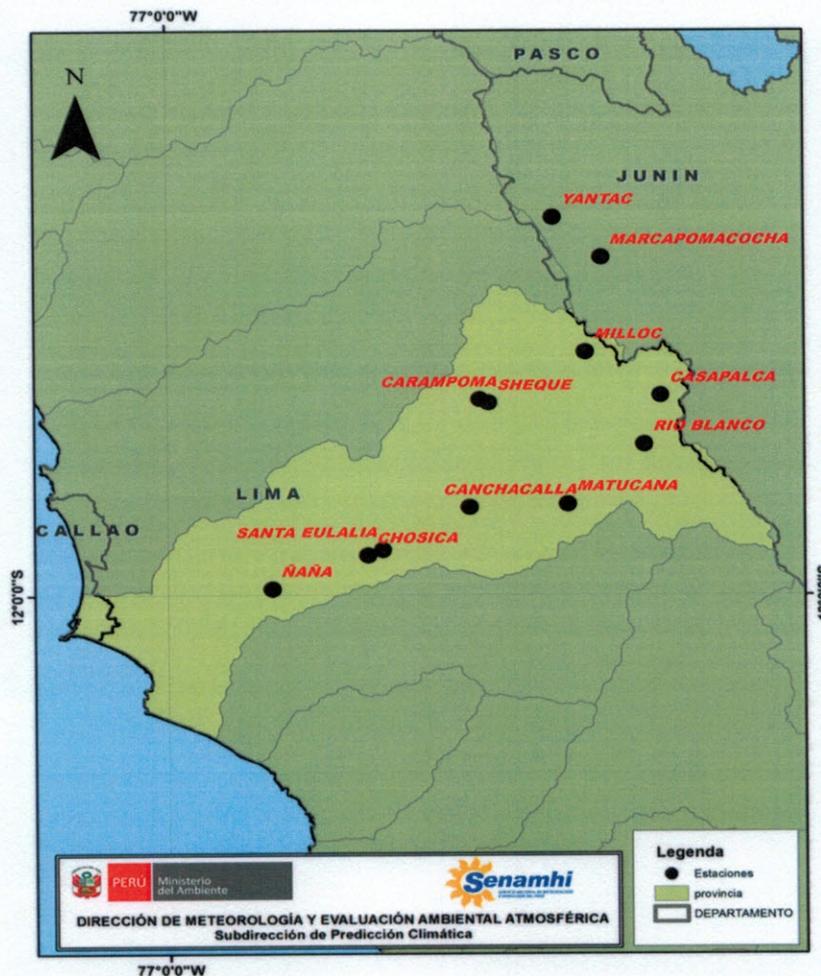
El Cuadro 1, presenta la frecuencia de días extremadamente lluviosos (en rojo), muy lluviosos (en verde), lluviosos (en azul) y moderadamente lluviosos (en naranja). Se aprecia que el primer episodio de lluvias intensas se dio con mayor frecuencia entre la última semana de enero y primera semana de febrero, registrándose días extremadamente lluviosos en Tumbes, Piura y Lambayeque, asimismo el segundo episodio lluvioso importante en la región norte se presentó entre el 25 de febrero y últimos día de marzo, llegándose a registrar recordos históricos en estaciones de Piura y Lambayeque, extendiéndose las lluvias hasta La Libertad y Ancash, inclusive.



b. Cuenca del Río Rímac (Lima)

El monitoreo de las condiciones húmedas o secas en la cuenca del Río Rímac es medular para la toma de decisiones en relación a la gestión del recurso hídrico, dado que la cuenca abastece de agua para consumo doméstico a cerca del 30% de una población de aproximadamente 10 millones de habitantes, así como para actividades agrícolas, industriales y energéticas. A la vez, los problemas de contaminación del agua y suelo, la no delimitación de la faja marginal, la acumulación de residuos sólidos en las riberas del río, así como la interrupción de vías de comunicación debido a los desbordes por lluvias intensas, pone en alto riesgo a miles de personas que viven en áreas vulnerables.

Durante el verano 2017, en el contexto de El Niño costero, las mayores anomalías de lluvias se presentaron en la cuenca baja del río Rímac (0 - 1000 msnm), cuyo ámbito se caracteriza por ser el sector más seco de la cuenca. Las lluvias en las cuencas media (1000 - 3000 msnm) y alta (3000 - 4400 msnm) también superaron sus normales climáticas en todas las estaciones de monitoreo, principalmente entre enero y marzo.



Mapa 05. Ubicación de las estaciones de la cuenca del río Rímac.

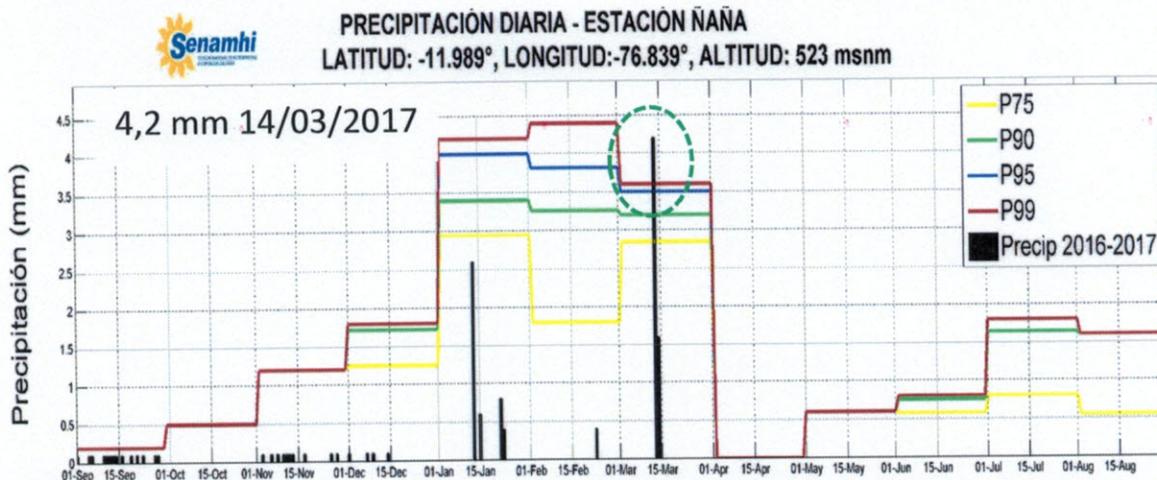


Figura 18. Precipitación diaria (barra negra) y umbrales de precipitación (percentil 75 (línea amarilla), percentil 90 (línea verde), percentil 95 (línea azul), percentil 99 (línea roja) durante el periodo septiembre del 2016 a abril del 2017 de la estación meteorológica “Ñaña”.

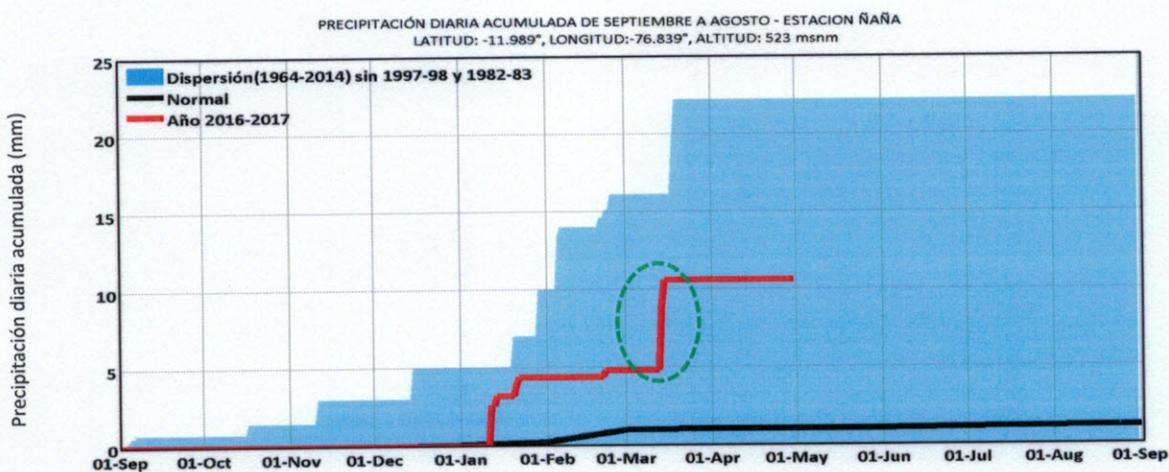


Figura 19. Precipitación acumulada desde septiembre de 2016 a abril del 2017 / Estación “Ñaña”. La línea negra representa el valor normal acumulado, la línea roja el acumulado de lluvias durante el periodo 2016 -2017, y el área celeste los valores extremos observados a lo largo de toda la serie (dispersión).

En la estación Ñaña (ubicada a 523 msnm) se reportó un máximo acumulado de 4,2 mm el 14 de marzo, valor que superó en mucho el umbral del percentil 99 correspondiente a día extremadamente lluvioso. El acumulado del mes de marzo excediendo sus valores normales en más de 5000%. (Ver Figura 18 y 19).



En tanto, los reportes de lluvias diarias alcanzaron un máximo de 19,5 mm en la estación Chosica (ubicada a 906 msnm) y 21,6 mm en la estación Santa Eulalia (ubicada a 945 msnm) el 25 de enero del 2017, valores que superaron el acumulado normal en dicho mes. (Ver figuras 20 al 23).

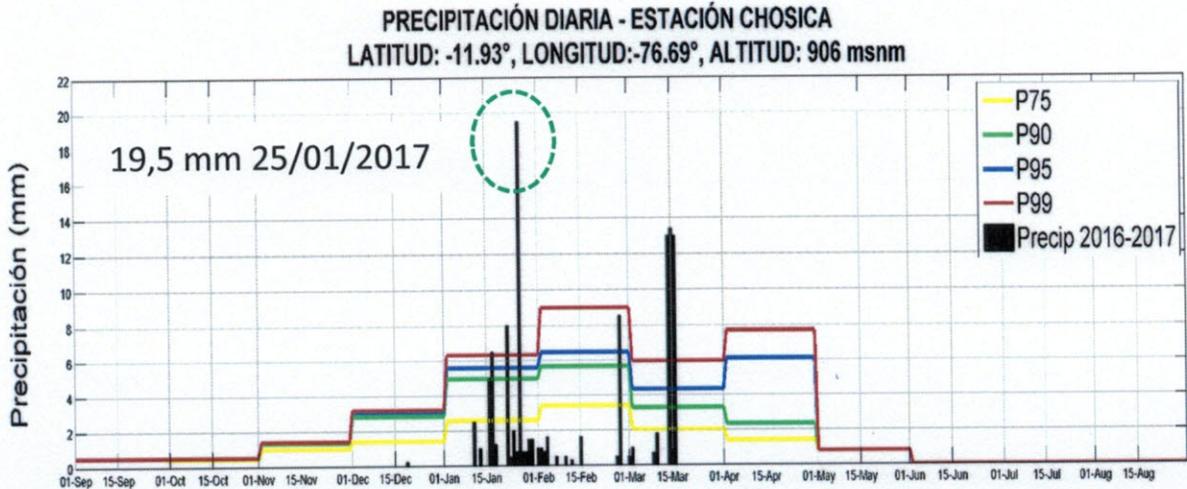


Figura 20. Precipitación diaria (barra negra) y umbrales de precipitación (percentil 75 (línea amarilla), percentil 90 (línea verde), percentil 95 (línea azul), percentil 99 (línea roja) durante el periodo septiembre del 2016 a abril del 2017 de la estación meteorológica “Chosica”.

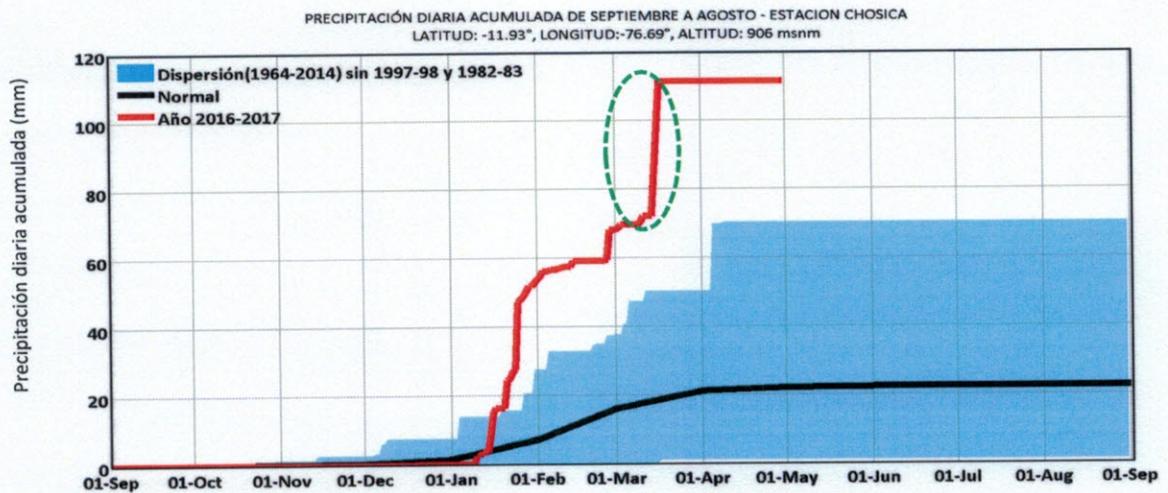


Figura 21. Precipitación acumulada desde septiembre de 2016 a abril del 2017 / Estación “Chosica”. La línea negra representa el valor normal acumulado, la línea roja el acumulado de lluvias durante el periodo 2016 -2017, y el área celeste los valores extremos observados a lo largo de toda la serie (dispersión).



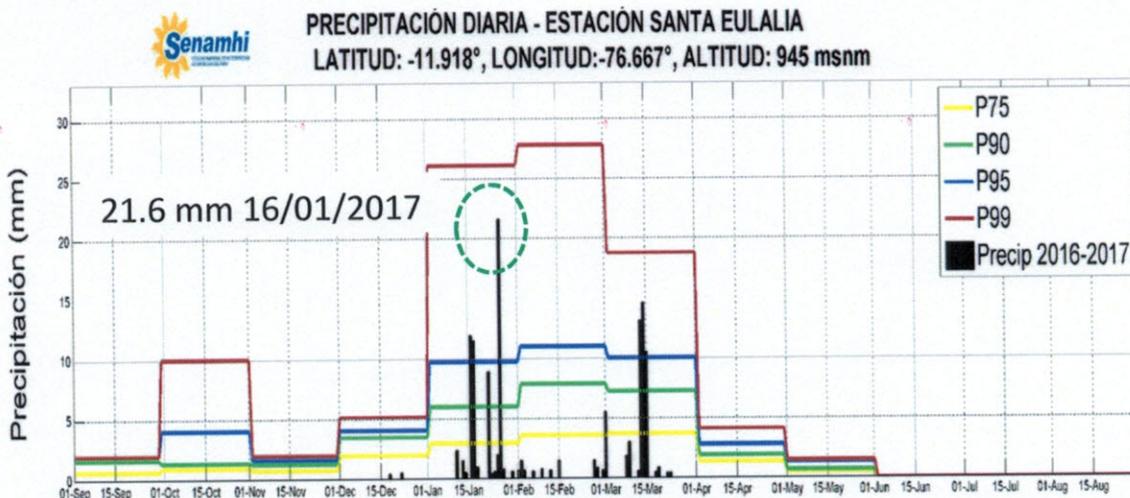


Figura 22. Precipitación diaria (barra negra) y umbrales de precipitación (percentil 75 (línea amarilla), percentil 90 (línea verde), percentil 95 (línea azul), percentil 99 (línea roja) durante el periodo septiembre del 2016 a abril del 2017 de la estación meteorológica “Santa Eulalia”.

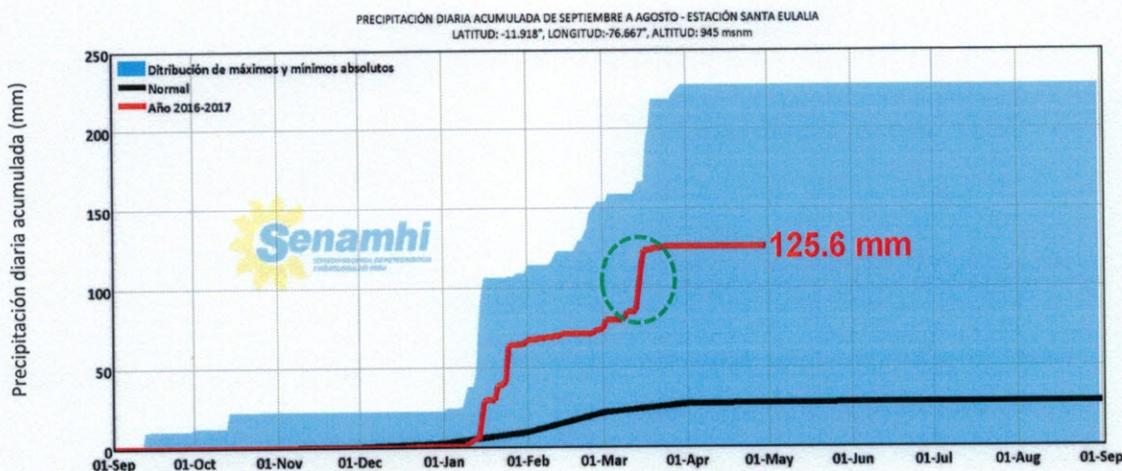


Figura 23. Precipitación acumulada desde septiembre de 2016 a abril del 2017 / Estación “Santa Eulalia”. La línea negra representa el valor normal acumulado, la línea roja el acumulado de lluvias durante el periodo 2016 -2017, y el área celeste los valores extremos observados a lo largo de toda la serie (dispersión).

Por otro lado, la frecuencia de días lluviosos en las cuencas media y alta fue mayor respecto a la cuenca baja, reportando 30 días consecutivos de lluvia en la estación meteorológica Marcapomacocha durante el mes de enero, 28 días consecutivos en la estación Canchacalla durante febrero y 31 días consecutivos en las estaciones Río Blanco y Casapalca durante el mes de marzo.



Asimismo, los acumulados de las estaciones Canchacalla con 36,5 mm y Carampoma con 31,1 mm respectivamente, fueron considerados como días extremadamente lluviosos. (Ver figuras 24 al 27).

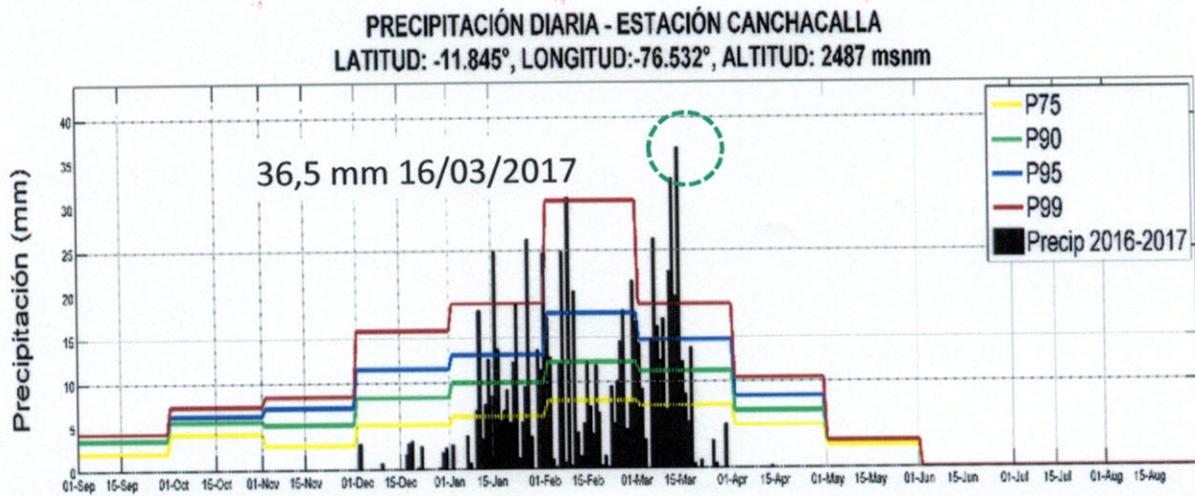


Figura 24. Precipitación diaria (barra negra) y umbrales de precipitación (percentil 75 (línea amarilla), percentil 90 (línea verde), percentil 95 (línea azul), percentil 99 (línea roja) durante el periodo septiembre del 2016 a abril del 2017 de la estación meteorológica “Canchacalla”.

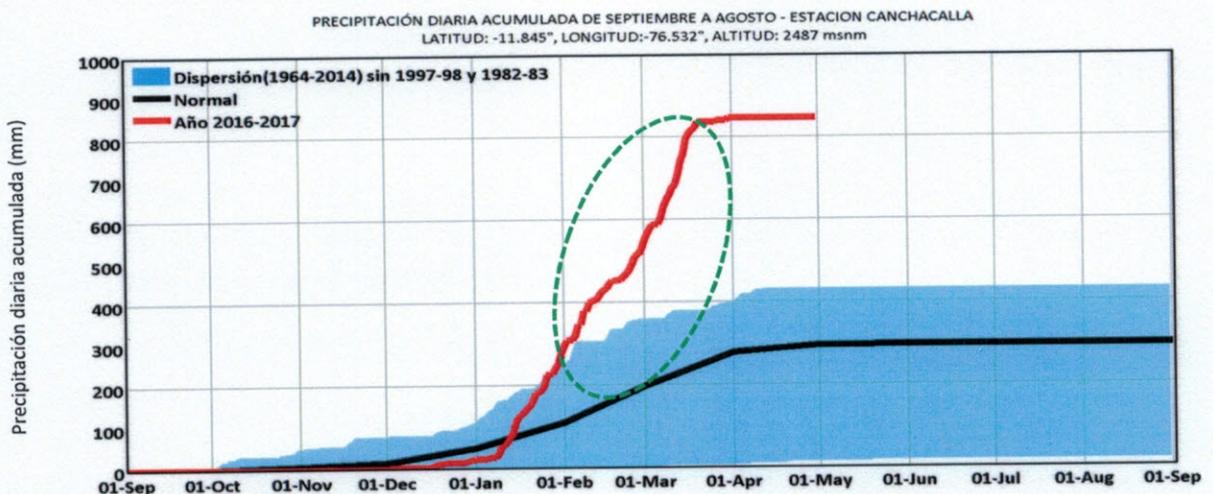


Figura 25. Precipitación acumulada desde septiembre de 2016 a abril del 2017 / Estación “Canchacalla”. La línea negra representa el valor normal acumulado, la línea roja el acumulado de lluvias durante el periodo 2016 -2017, y el área celeste los valores extremos observados a lo largo de toda la serie (dispersión).



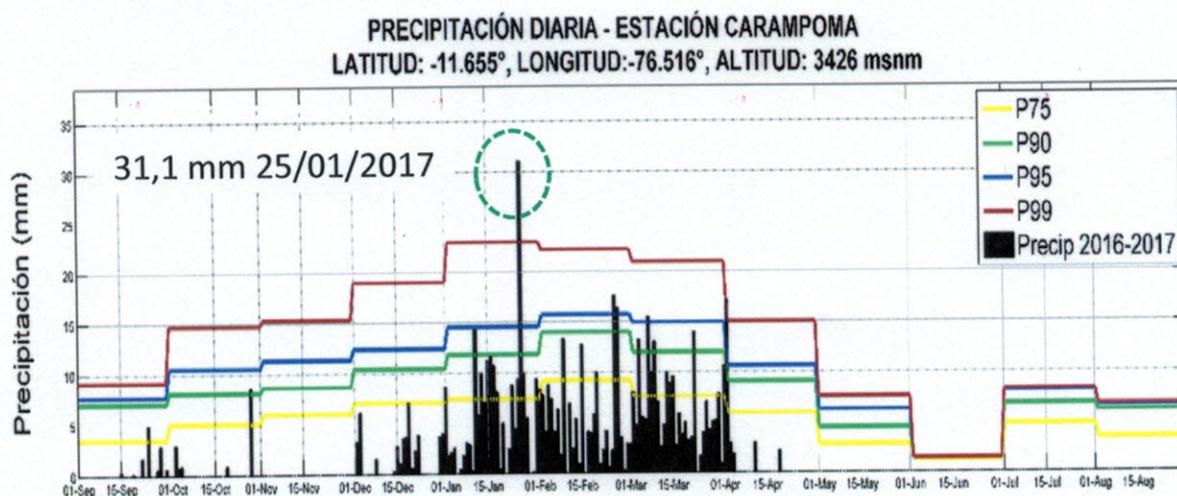


Figura 26. Precipitación diaria (barra negra) y umbrales de precipitación (percentil 75 (línea amarilla), percentil 90 (línea verde), percentil 95 (línea azul), percentil 99 (línea roja) durante el periodo septiembre del 2016 a abril del 2017 de la estación meteorológica “Carampoma”.

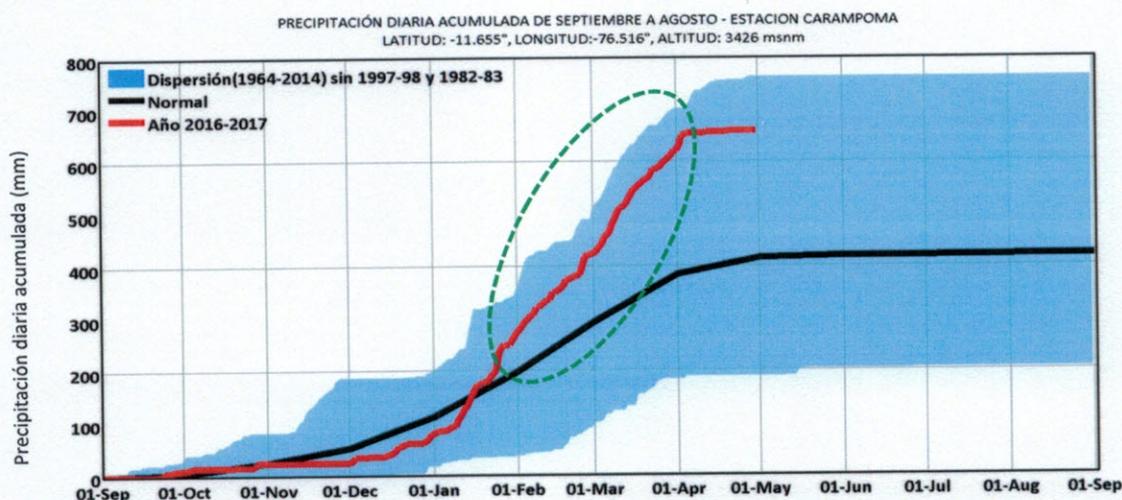


Figura 27. Precipitación acumulada desde septiembre de 2016 a abril del 2017 / Estación “Carampoma”. La línea negra representa el valor normal acumulado, la línea roja el acumulado de lluvias durante el periodo 2016 -2017, y el área celeste los valores extremos observados a lo largo de toda la serie (dispersión).



En general, los acumulados mensuales durante el mes de enero aportaron 4,4 mm en la estación Ñaña, 52,6 mm en la estación Chosica, 64,4 mm en la estación San Eulalia, 257,4 mm en la estación Canchacalla y 189,1 mm en la estación Carampoma. Para el mes de febrero, se reportaron 0,4 mm, 15,3 mm, 8,2 mm, 246,9 mm y 154,3 mm respectivamente, mientras que en marzo se alcanzaron 5,8 mm, 43,4 mm, 52,1 mm, 321,3 mm y 197,4 mm en total. Finalmente, durante el mes de abril no se registraron lluvias en la cuenca baja, sin embargo en la estación Canchacalla de la cuenca media se totalizó 26,8 mm y en la estación Carampoma de la cuenca alta se anotó 38,5 mm.

En el **Cuadro 2**, se presenta la frecuencia de días extremadamente lluviosos (en *rojo*), muy lluviosos (en *verde*), lluviosos (en *azul*) y moderadamente lluviosos (en *naranja*), destacando los episodios lluviosos del 25 al 26 de enero y 14 al 17 de marzo, días en que se manifestaron precipitaciones muy intensas que incluso lograron superar su valor máximo histórico acumulando 30,5 mm en la estación Sheque el día 25 de enero.



4.5 Comportamiento de las lluvias en la sierra sur en el verano 2017

4.5.1 Anomalías de precipitación en la sierra sur

En los siguientes párrafos se hace un análisis de las anomalías porcentuales para el periodo setiembre 2016 - marzo 2017 en los departamentos de Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Arequipa, Puno, Moquegua y Tacna.

Según el ítem 4.3 del presente informe, en el que se analizan los periodos secos y húmedos del verano 2017, y considerando que la región sur andina del Perú es una zona susceptible a la ocurrencia de sequías, especialmente en condiciones El Niño, a continuación se evalúan las anomalías porcentuales de lluvia en los departamentos de Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Arequipa, Puno, Moquegua y Tacna durante toda la temporada de lluvias 2016-2017.

Cabe mencionar que a finales del mes de mayo se emitió el Informe Técnico N°010-2017/SENAMHI/DMA-SPC de "Condiciones secas y húmedas para la Región de Puno para el periodo setiembre 2016- abril 2017", en el que se indicaba que: *"el periodo lluvioso setiembre 2016- abril 2017 en la Región de Puno fue de normal a deficiente, la mayoría de registros de lluvia se encontraban debajo del percentil 90 (día moderadamente lluvioso) y que los eventos de lluvia mayores al percentil 99 (día extremadamente lluvioso) habían sido escasos. Así mismo, respecto a los eventos El Niño Extraordinarios (1982-1983 y 1997-1998) las deficiencias alcanzadas durante el 2017 por el índice de sequía (SPI) fueron menos intensas que El Niño 1983 y más similares a las de El Niño 1998. Finalmente, que el nivel del lago Titicaca estuvo debajo del promedio histórico, muy similar al periodo seco 1982/1983 y 2015/2016"*.

a. Huancavelica

En la Región Huancavelica para el periodo lluvioso setiembre 2016- marzo 2017 (Figura 28) los acumulados de lluvias en la mayoría de estaciones de monitoreo superaron su valores normales, sobrepasando incluso el +100% en San Juan de Castro Virreyña (+120%) y Santiago de Cochovos (+125%). En estaciones como Huancalpi, Paucarbamba y Lircay las lluvias presentaron un comportamiento normal (-15% a +15%). No obstante, valores extremos de lluvia a finales del mes de enero generaron el colapso de la infraestructura ubicada en la faja marginal del río Sicra en el distrito de Lircay.



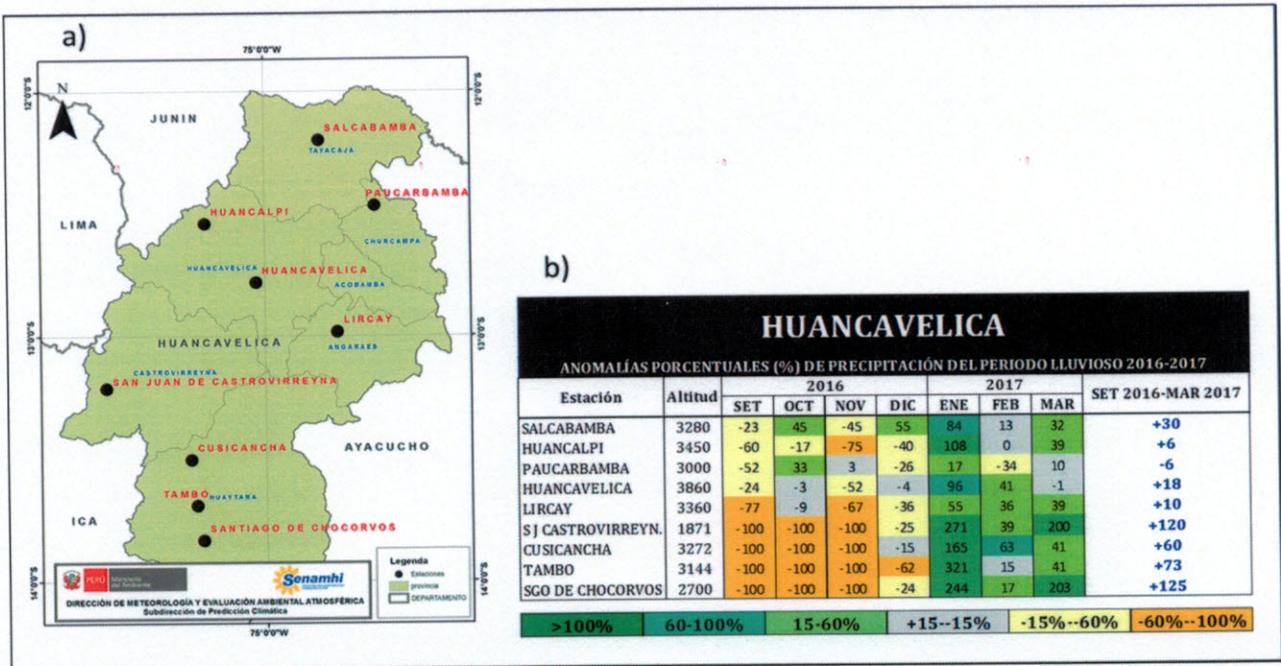


Figura 28. Mapa con ubicación de las estaciones meteorológicas (a) y tabla resumen con los valores de las anomalías mensuales 2016-2017 (b) en la Región Huancavelica.

b. Ayacucho

En la Región Ayacucho para el periodo lluvioso setiembre 2016- marzo 2017 (Figura 29) las lluvias estuvieron dentro de lo normal en las estaciones La Quinua (+15%), Vilcashuamán (+16%) y Huancapi (+11%) ubicadas al norte del departamento, mientras que las estaciones del centro y sur reportaron los mayores excesos superando el +60% de anomalía (Puquio con +97% y Pauza con +64%).

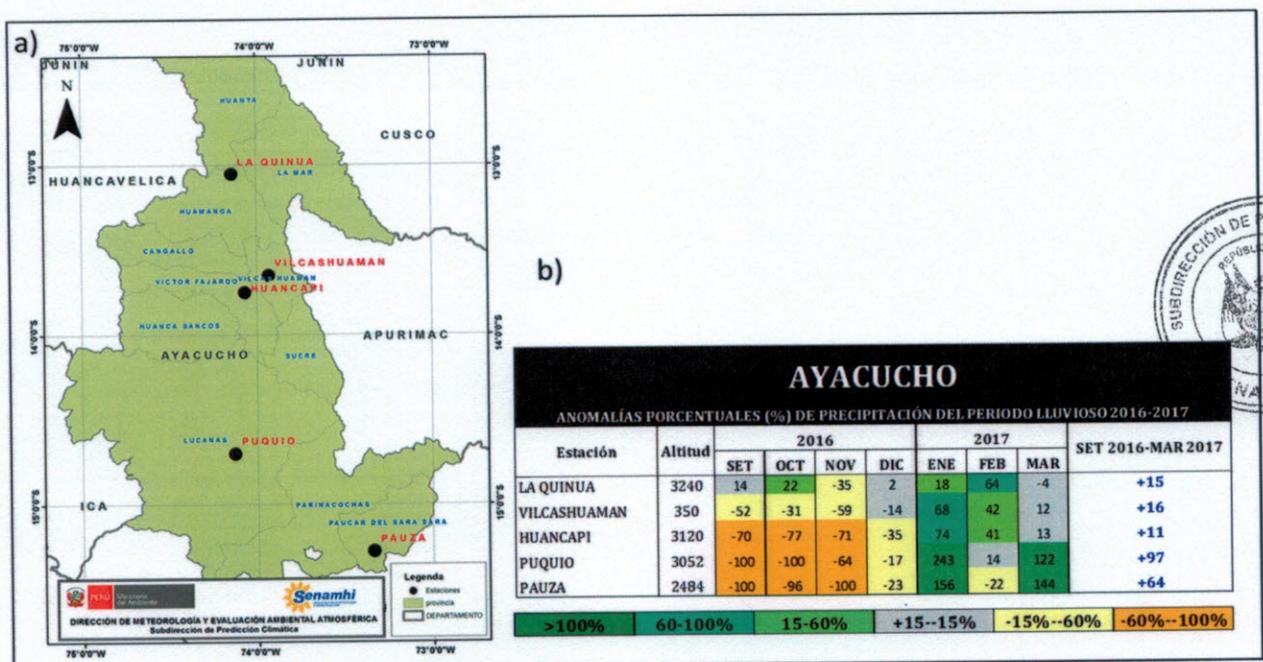


Figura 29. Mapa con ubicación de las estaciones meteorológicas (a) y tabla resumen con los valores de las anomalías mensuales 2016-2017 (b) en la Región Ayacucho.

c. Apurímac

En la Región Apurímac para el periodo lluvioso setiembre 2016- marzo 2017 (Figura 30) la estación Andahuaylas acumuló lluvias dentro de lo normal (+4%) y Curahuasi superiores a lo normal (+20%). Cabe mencionar que ambas estaciones de monitoreo se ubican en la zona norte de Apurímac.

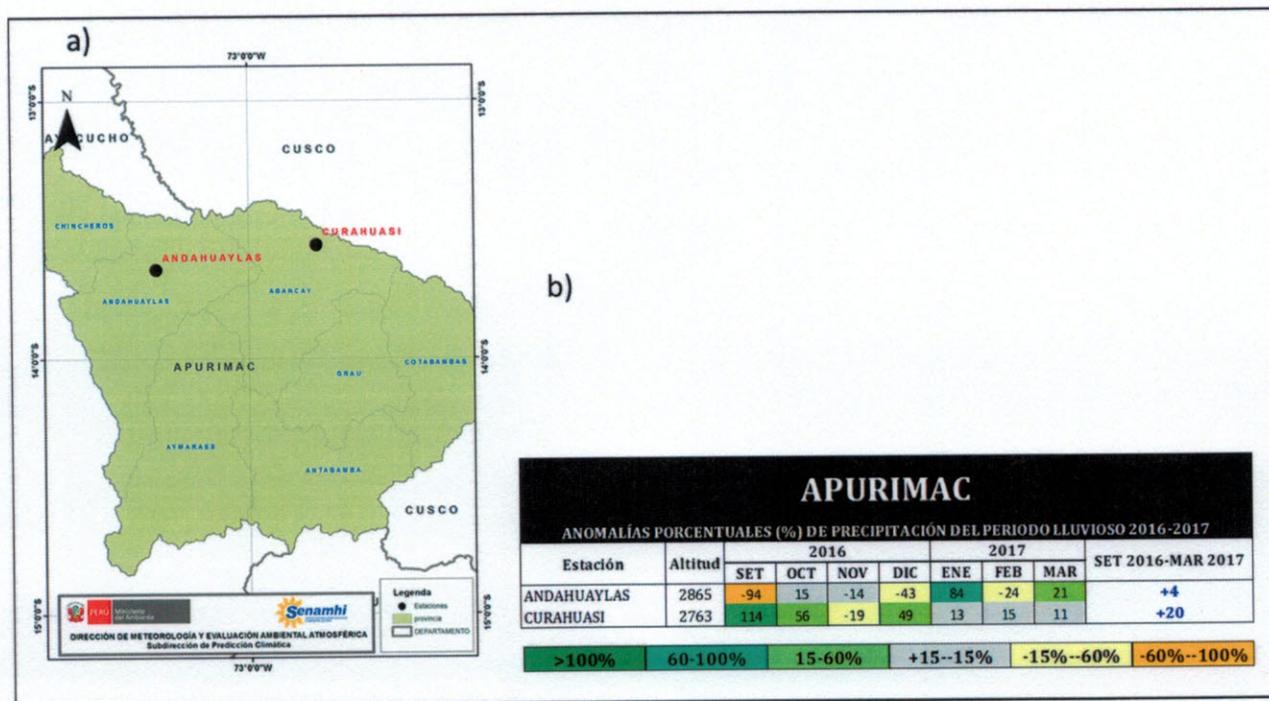


Figura 30. Mapa con ubicación de las estaciones meteorológicas (a) y tabla resumen con los valores de las anomalías mensuales 2016-2017 (b) en la Región Apurímac.

d. Cusco

En la Región Cusco el periodo lluvioso setiembre 2016- marzo 2017 (Figura 31) fue irregular, registrándose superávits en Colquepata (+67%), deficiencias en Anta Ancachuro (-25%), Granja Kcayra (-19%) y Yauri (-19%), y lluvias dentro de lo normal en Urubamba (+6%), CCATCCA (-15%), Paruro (+5%), Acomayo (-13%) y Sicuani (+6%).



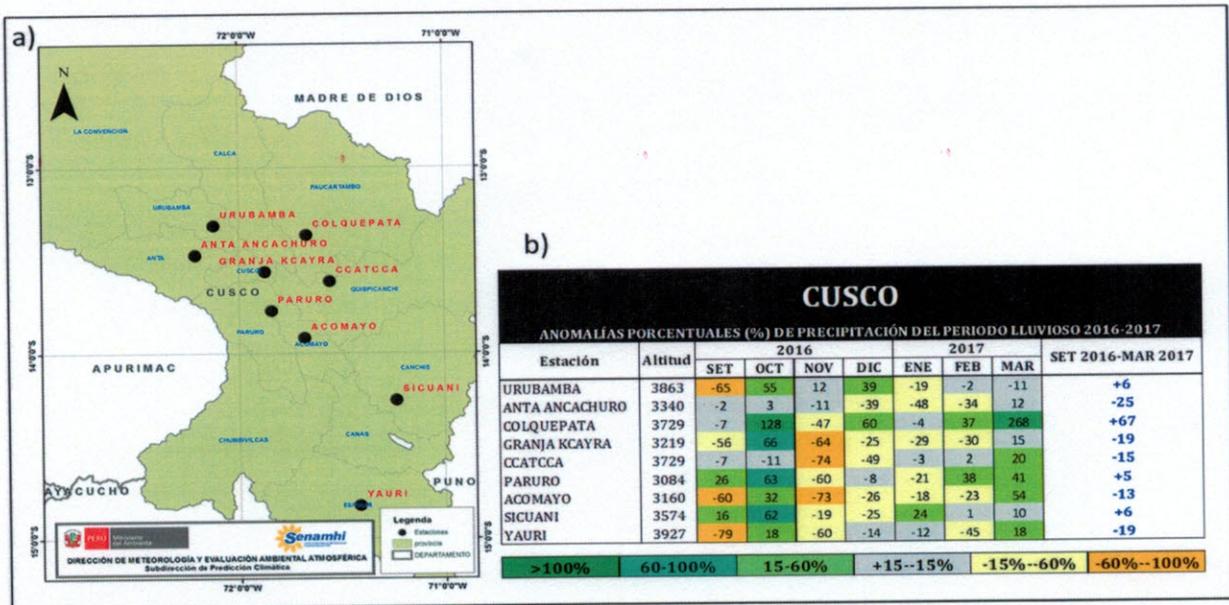


Figura 31. Mapa con ubicación de las estaciones meteorológicas (a) y tabla resumen con los valores de las anomalías mensuales 2016-2017 (b) en la Región Cusco.

e. Arequipa

En la Región Arequipa el periodo lluvioso setiembre 2016- marzo 2017 (Figura 32) fue húmedo para casi todas las estaciones de monitoreo, destacando Yanaquihua (+141%) y Chuquibamba (+135%) con anomalías positivas mayores a +100%, ambas ubicadas en las cuencas medias al nor-oeste de la Región. Por otro lado, sólo las estaciones ubicadas al centro-este como Sibayo (-1%), Imata (+4%) y Pillones (-8%) registraron anomalías dentro del rango normal. Se registraron eventos extremos de lluvia a finales del mes de enero afectando vías de comunicación como la Variante de Uchumayo.

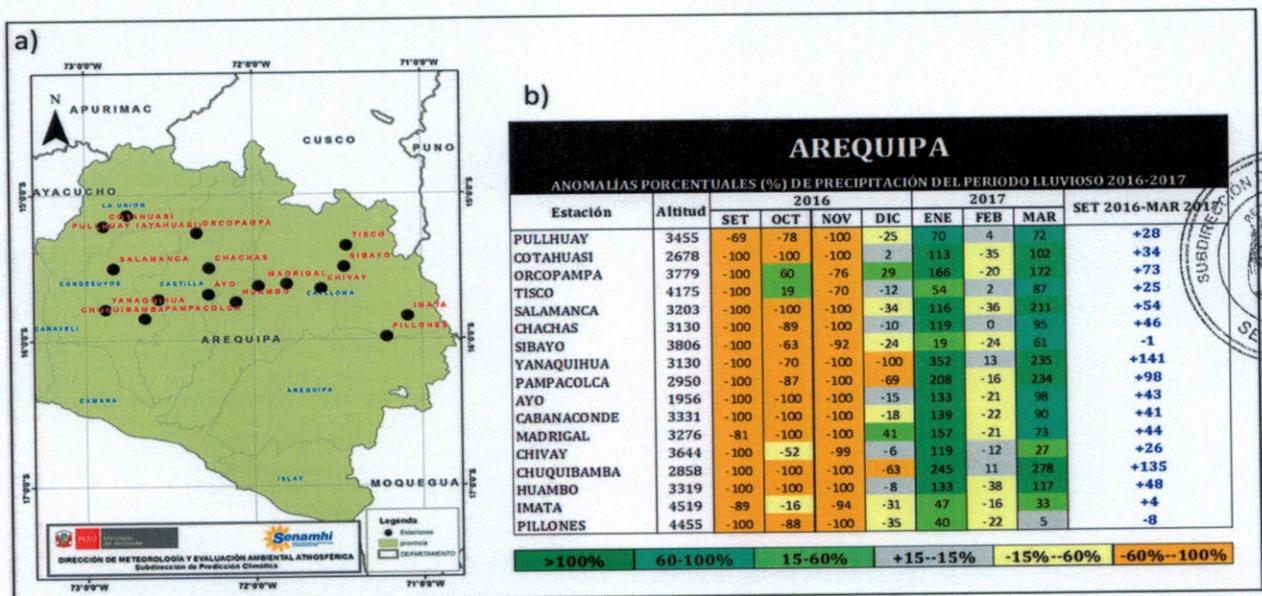


Figura 32. Mapa con ubicación de las estaciones meteorológicas (a) y tabla resumen con los valores de las anomalías mensuales 2016-2017 (b) en la Región Arequipa.

f. Puno

En la Región Puno el periodo lluvioso setiembre 2016- marzo 2017 (Figura 33) fue deficiente en todas las estaciones de monitoreo, pues se registraron anomalías negativas, aunque en el caso de Progreso (-15%), Pampahuta (-8%) y Lampa (-5%) los valores alcanzados estuvieron dentro de lo normal. Cabe resaltar que la estación Ayaviri ubicada al centro-oeste de Puno presentó la mayor deficiencia con -49%.

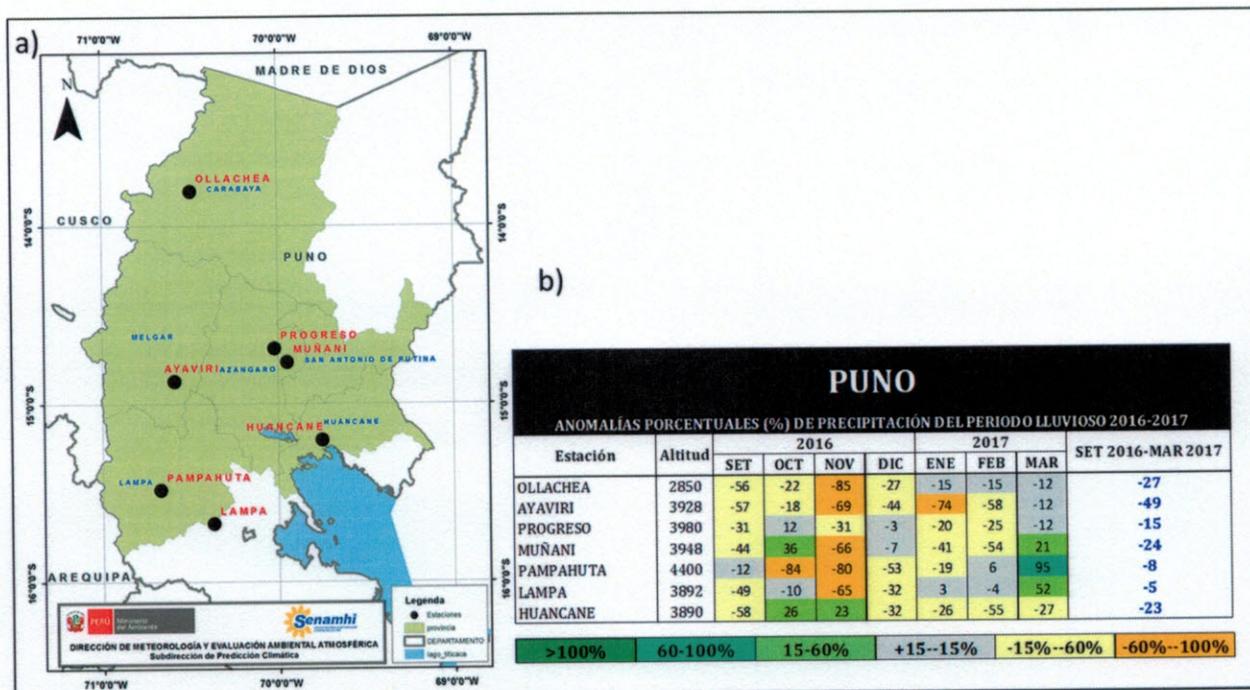


Figura 33. Mapa con ubicación de las estaciones meteorológicas (a) y tabla resumen con los valores de las anomalías mensuales 2016-2017 (b) en la Región Puno.

g. Moquegua

En la Región Moquegua el periodo lluvioso setiembre 2016- marzo 2017 (Figura 34) trajo consigo acumulados de lluvia bastante significativos, tal es así, que cuatro de las estaciones de monitoreo ubicadas en la zona centro-sur de la Región sobrepasaron el +100% de anomalía (Moquegua +153%, Omate +180%, Quinistaquillas +116% y Yacango +472%). Se presentaron eventos extremos de lluvias entre enero y febrero.



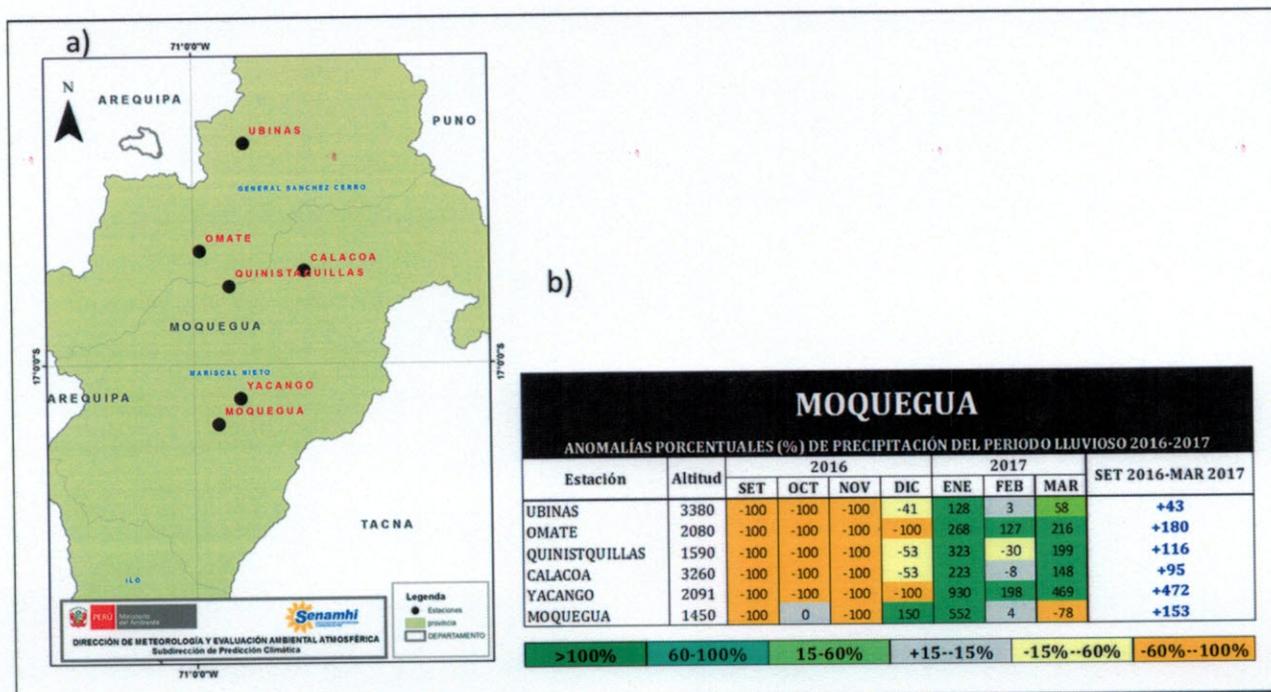


Figura 34. Mapa con ubicación de las estaciones meteorológicas (a) y tabla resumen con los valores de las anomalías mensuales 2016-2017 (b) en la Región Moquegua.

h. Tacna

En la Región Tacna el periodo lluvioso setiembre 2016- marzo 2017 (Figura 35) alcanzó los mayores excesos de lluvias en las estaciones Tarata (+100%), Talabaya (+102%), Toquela (+71%) y Susapaya +42%. En las demás estaciones los acumulados de la temporada estuvieron dentro de lo normal.

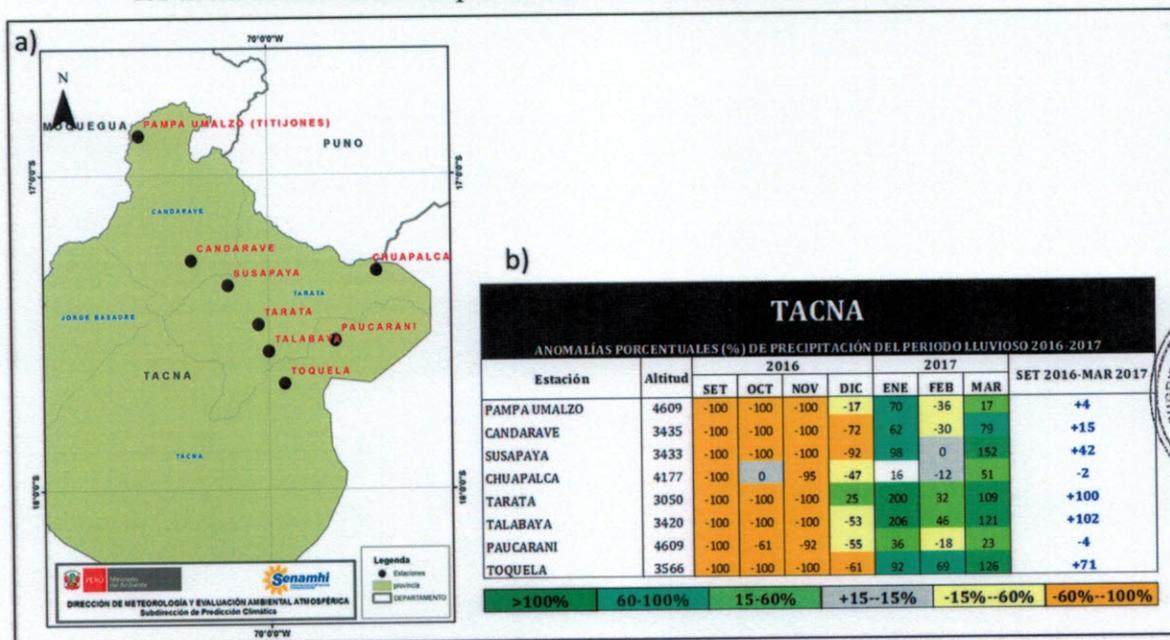


Figura 35. Mapa con ubicación de las estaciones meteorológicas (a) y tabla resumen con los valores de las anomalías mensuales 2016-2017 (b) en la Región Tacna.

4.5.2 Comparativo de anomalías porcentuales de lluvia en la sierra sur durante eventos El Niño 1982/83, 1997/98, 2015/16 y 2017

Las anomalías porcentuales del periodo lluvioso set2016-mar2017 en las regiones de Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Arequipa y Tacna, presentan un comportamiento similar al periodo lluvioso set1997/mar1998. En Cusco se asemeja a la tendencia observada en los periodos lluviosos set1982-mar1983 y set2015-mar2016 y en Puno similar no sólo a set1982/mar1983 y set2016/mar2017, sino también a set1997/mar1998. Finalmente, en la Región Moquegua el periodo lluvioso 2016/2017 no presenta un patrón similar a los eventos extraordinarios El Niño.

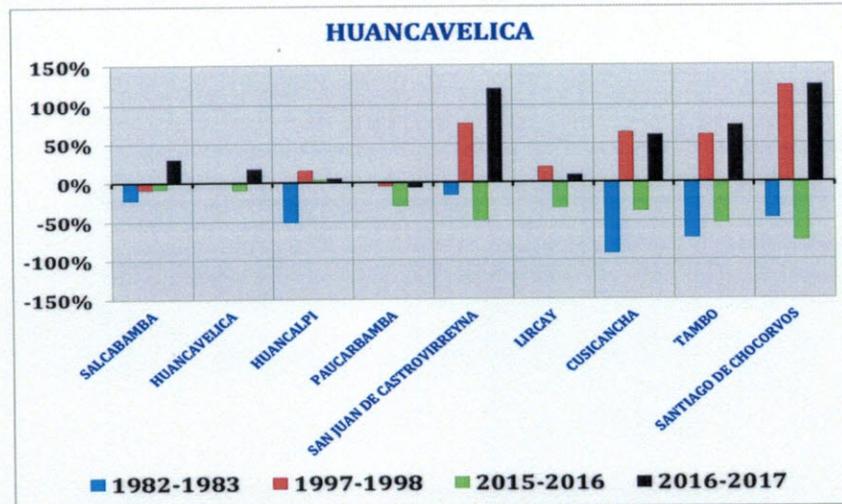


Figura 36. Anomalías porcentuales de lluvias durante cuatro eventos El Niño en estaciones de la Región Huancavelica. Periodo: setiembre – marzo.

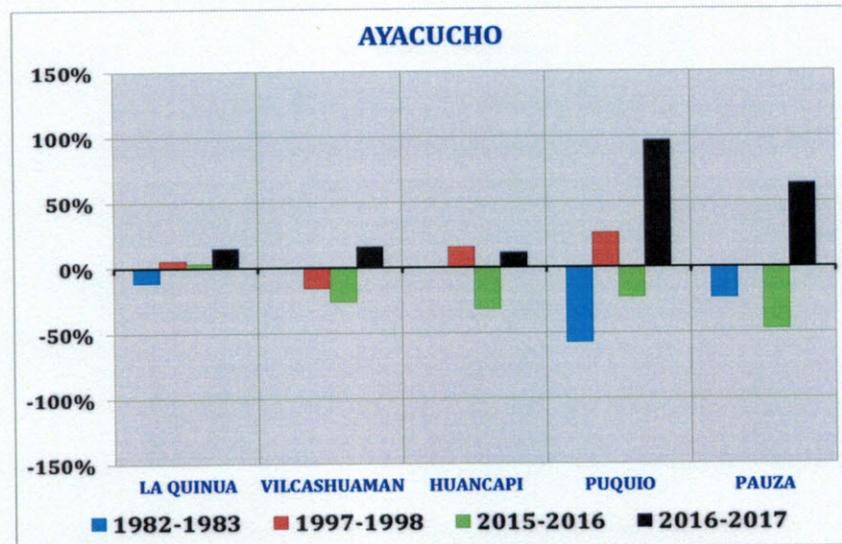


Figura 37. Anomalías porcentuales de lluvias durante cuatro eventos El Niño en estaciones de la Región Ayacucho. Periodo: setiembre – marzo.



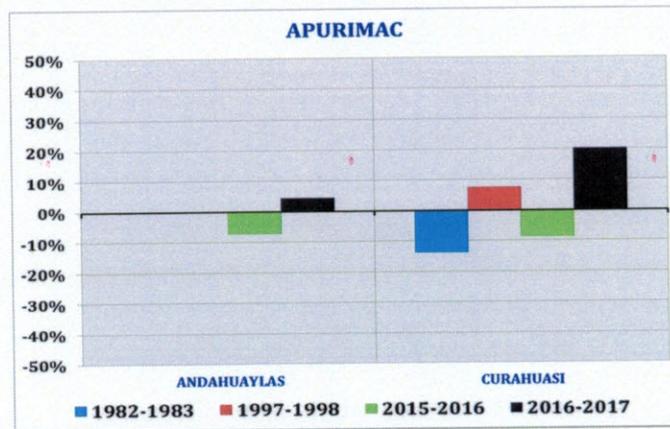


Figura 38. Anomalías porcentuales de lluvias durante cuatro eventos El Niño en estaciones de la Región Apurímac. Periodo: setiembre – marzo.

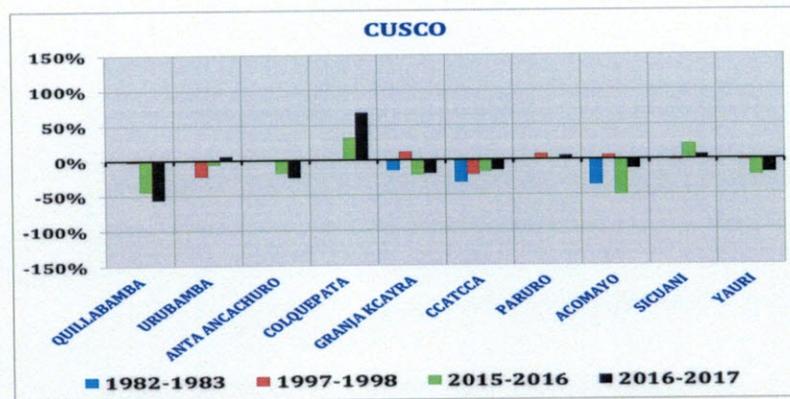


Figura 39. Anomalías porcentuales de lluvias durante cuatro eventos El Niño en estaciones de la Región Cusco. Periodo: setiembre – marzo.

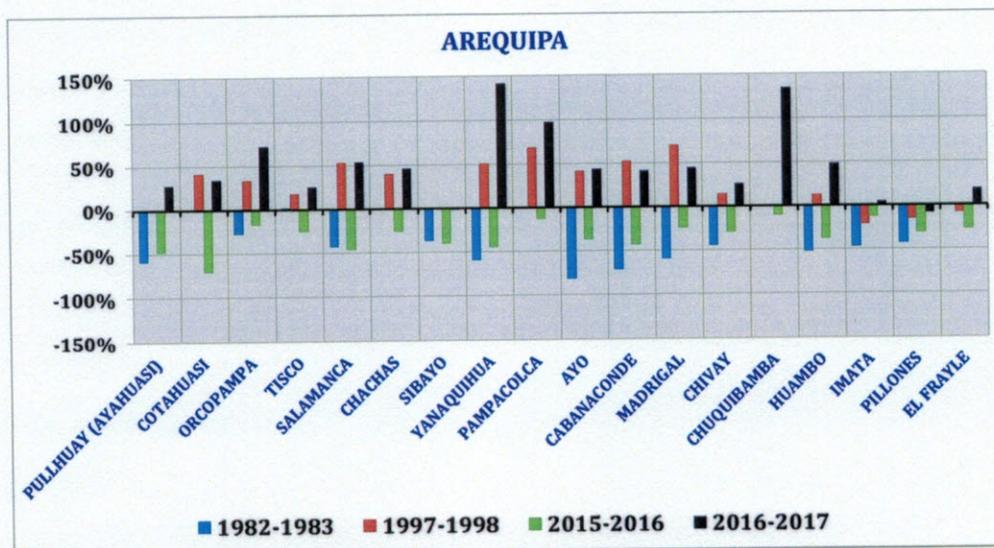


Figura 40. Anomalías porcentuales de lluvias durante cuatro eventos El Niño en estaciones de la Región Arequipa. Periodo: setiembre – marzo.



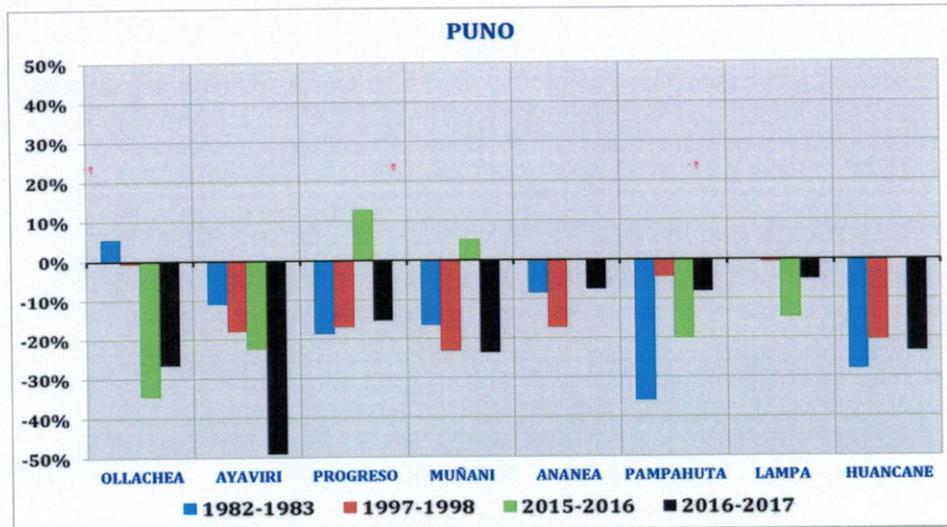


Figura 41. Anomalías porcentuales de lluvias durante cuatro eventos El Niño en estaciones de la Región Puno. Periodo: setiembre – marzo.

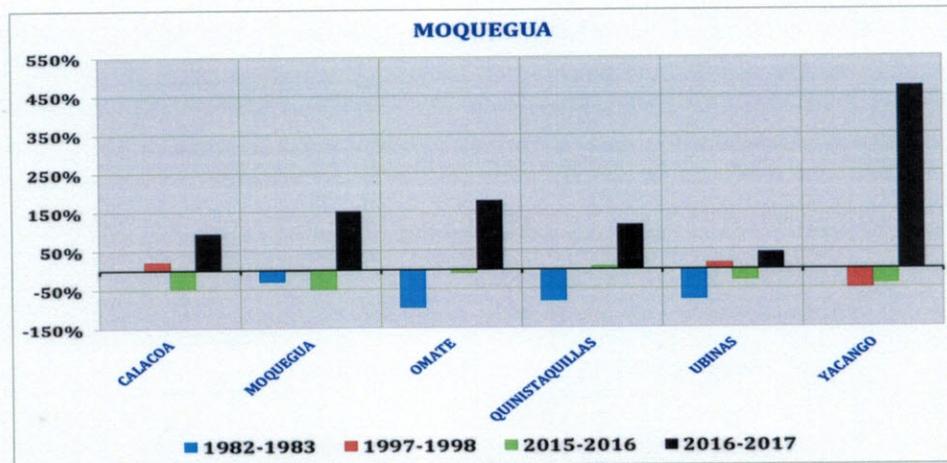


Figura 42. Anomalías porcentuales de lluvias durante cuatro eventos El Niño en estaciones de la Región Moquegua. Periodo: setiembre – marzo.

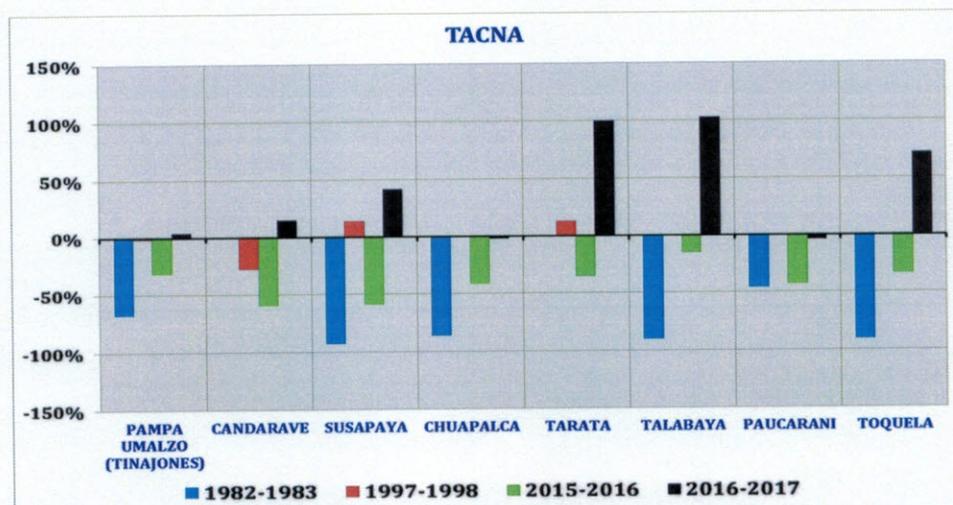


Figura 43. Anomalías porcentuales de lluvias durante cuatro eventos El Niño en estaciones de la Región Tacna. Periodo: setiembre – marzo.



V. MONITOREO DE TEMPERATURAS DEL AIRE EN LA COSTA

Durante los meses de enero a abril del 2017, tanto la temperatura máxima como la temperatura mínima del aire a lo largo del litoral mostraron un incremento significativo de las anomalías con respecto a su normal climática, esto debido a la presencia de El Niño Costero 2017. Este evento El Niño se caracterizó por: 1) un incremento repentino de las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) a lo largo del litoral, principalmente en la región centro y norte; asimismo, 2) por el debilitamiento de los vientos alisios del sur, y de 3) entradas de flujos de aire cálido provenientes de latitudes ecuatoriales.

5.1. Temperatura máxima

En el mes de enero de 2017 la temperatura máxima, a lo largo del litoral peruano, presentó en promedio anomalías positivas de $+1,6^{\circ}\text{C}$, alcanzando anomalías máximas de hasta $+2,8^{\circ}\text{C}$ en la estación Campo de Marte (Lima), $+2,5^{\circ}\text{C}$ en la estación Ite (Tacna), $+2,2^{\circ}\text{C}$ en la estación Chusis (Piura), y $+2,1^{\circ}\text{C}$ en la estación Fonagro (Ica). En febrero, se registró anomalías positivas de $+1,7^{\circ}\text{C}$ (en promedio), con máximas anomalías de hasta $+2,8^{\circ}\text{C}$ y $+3,1^{\circ}\text{C}$ en las estaciones Trujillo (La Libertad) y Campo de Marte (Lima), respectivamente; mientras que en la costa sur, algunas estaciones reportaron una disminución en las anomalías respecto al mes de enero, presentando valores dentro de su normal ($\pm 1^{\circ}\text{C}$). En marzo, las mayores magnitudes de anomalías se distribuyeron en la costa central y parte de la costa norte, alcanzando valores de hasta $+3,3^{\circ}\text{C}$ en la estación Trujillo (La Libertad) y en la estación Campo de Marte (Lima). Finalmente, durante abril las temperaturas máximas disminuyeron ligeramente con respecto al mes de marzo a lo largo del litoral; no obstante, algunas estaciones de monitoreo registraron anomalías sobre lo normal, como son las estaciones de Trujillo (La Libertad) y Campo de Marte (Lima), ambas con $+2,1^{\circ}\text{C}$ (Figura 44 y 45).



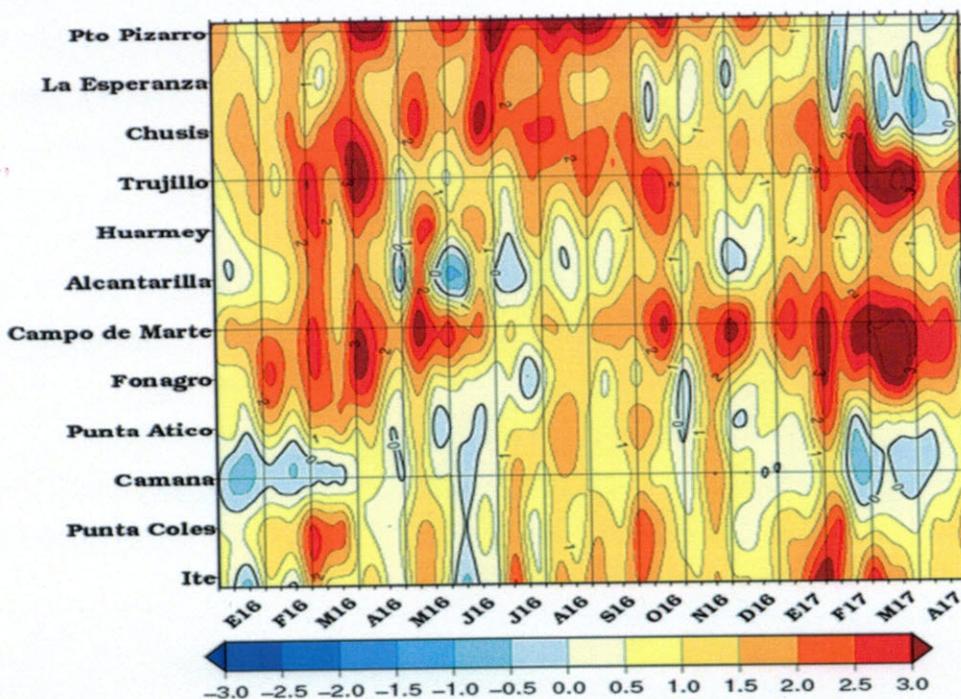


Figura 44. Serie temporal de anomalías de temperatura máxima lo largo de la costa peruana.

ANOMALÍAS PROMEDIO TEMPERATURA MÁXIMA

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR
Costa Norte	1.5	1.2	1.0	0.9
Costa Centro	1.9	1.9	2.2	1.5
Costa Sur	1.5	1.2	1.0	0.8

DATA EXTENDIDA

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR
Puerto Pizarro	1.1	0.0	0.4	0.3
La Esperanza	1.1	0.2	-0.2	1.1
Chusis	2.2	1.7	0.4	0.0
Trujillo	1.6	2.8	3.3	2.1
Huarmey	1.2	1.2	1.7	1.9
Alcantarilla	1.8	1.4	1.6	0.6
Campo de Marte	2.8	3.0	3.3	2.1
Fonagro	2.1	2.2	2.8	1.8
Punta Atico	1.3	0.6	0.6	0.7
Camana	0.5	-0.2	-0.2	0.4
Punta Coles	1.4	1.2	0.5	1.3
Ite	2.5	2.1	1.6	1.2
La Yarada	1.0	1.0	0.8	-0.4



Figura 45. Valores promedio mensuales de anomalía de temperatura máxima (Izquierda), ubicación de las estaciones meteorológicas costeras.

5.2. Anomalía de la temperatura mínima

Durante el mes de enero de 2017, la temperatura mínima se incrementó (en promedio) en $+1^{\circ}\text{C}$ con respecto al mes de diciembre 2016, alcanzando anomalías de hasta $+2,3^{\circ}\text{C}$ en las estaciones de La Yarada (Tacna), Huarney (Ancash) y en la estación Fonagro (Ica). Durante el mes de febrero, la costa central y norte presentaron un aumento de las temperaturas mínimas, registrándose $+2,6^{\circ}\text{C}$ en la estación Trujillo (La Libertad) y $+2,7^{\circ}\text{C}$ en Huarney (Ancash). Para marzo, las temperaturas mínimas a lo largo de la toda la costa se incrementaron significativamente con respecto al mes de febrero; reportándose anomalías de hasta $+3,2^{\circ}\text{C}$ en la estación Huarney (Ancash), y $+3,1^{\circ}\text{C}$ en la estación (Trujillo). Finalmente, para el mes de Abril se registró una ligera disminución en las anomalías con respecto al mes de marzo, alcanzando sus máximos valores en ciertos puntos localizados, como en la estación Huarney (Ancash) con $+2,9^{\circ}\text{C}$, la estación Fonagro (Ica) con $+2,3^{\circ}\text{C}$, y las estaciones La Yarada (Tacna) y Trujillo (La Libertad) con $+2,2^{\circ}\text{C}$ (Figura 46 y 47).

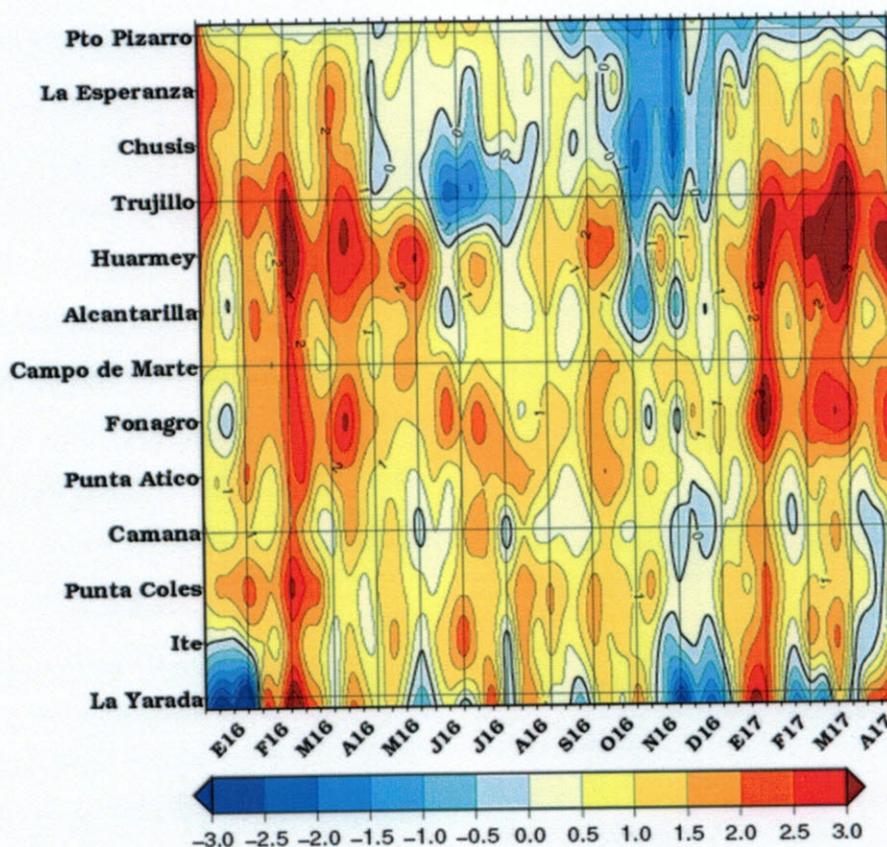


Figura 46. Serie temporal de anomalías de temperatura mínima lo largo de la costa peruana.

ANOMALIAS PROMEDIO TEMPERATURA MÍNIMA

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR
Costa Norte	0.8	1.1	1.4	1.2
Costa Centro	1.8	2.0	2.4	2.0
Costa Sur	1.7	0.8	1.0	1.2

DATA EXTENDIDA

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR
Puerto Pizarro	0.5	-0.4	-0.4	-0.3
La Esperanza	0.9	1.0	1.3	1.2
Chusis	0.8	1.3	1.5	1.6
Trujillo	1.0	2.6	3.1	2.2
Huarmey	2.3	2.7	3.2	2.9
Alcantarilla	1.9	1.6	2.1	1.4
Campo de Marte	1.1	1.6	1.9	1.6
Fonagro	2.3	2.1	2.6	2.3
Punta Atico	1.0	0.9	1.1	1.3
Camana	1.3	0.4	0.7	0.3
Punta Coles	1.4	1.0	1.0	0.8
Ite	1.7	1.0	1.2	0.4
La Yarada	2.3	-0.4	-0.6	2.3



Figura 47. Valores promedio mensuales de anomalía de temperatura mínima (Izquierda), ubicación de las estaciones meteorológicas costeras.



VI. CONCLUSIONES

- El Niño costero 2016-2017 presentó un rápido desarrollo durante la segunda quincena de enero, llegando a su madurez durante febrero y marzo, y decayó para fines de abril. Este evento climático extremo influyó rápidamente en las condiciones climáticas a lo largo de la vertiente occidental de los Andes, región donde se asientan las ciudades más importantes del país, desde el punto de vista socioeconómico, como son: Lima, Arequipa, Piura, Trujillo, Chiclayo, Ica, entre otras, y donde hasta el mes de diciembre predominaban condiciones deficitarias de lluvias.
- Los episodios lluviosos que se presentaron entre la segunda quincena de enero, febrero y marzo sobre la sección occidental de los Andes (principalmente en la costa norte y centro) bajo el contexto de El Niño Costero 2017, se caracterizaron por su frecuencia y gran intensidad, llegándose a registrar acumulados por encima de su normal climática pero valores inferiores a los registrados en los años Niños del 1997/98 y 1982/83.
- La prematura formación de la segunda banda de la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ) incentivó la ocurrencia de días extremadamente lluviosos (mayores al percentil 99) llegándose a registrar *records históricos* de precipitación en Tumbes (Puerto Pizarro), Piura (Bernal, Chusis, San Miguel, Morropón, Partidos, San Pedro y Malacasi) y Lambayeque (Jayanca). Otras ciudades norteñas como Chiclayo, Trujillo, Huarney y Chimbote también soportaron lluvias intensas.
- La cuenca del río Rímac soportó lluvias que superaron sus normales climáticas en hasta más de 5000%, siendo la cuenca baja la que reportó los acumulados más significativos entre enero y febrero. Asimismo, los reportes de lluvias diarias alcanzaron un máximo de 19,5 mm en la estación Chosica y 21,6 mm en la estación Santa Eulalia el 25 de enero del 2017, valores que logran superar el acumulado normal durante el mes.
- Según el Índice de Precipitación Estandarizada trimestral (SPI03 enero-marzo 2017), las zonas con condiciones extremadamente húmedas se presentaron en la sierra occidental norte y central, así como en algunas zonas costeras (Lambayeque a Lima); mientras que en la región sur oriental (principalmente norte de Cusco y Puno) se alcanzaron condiciones moderadas a extremadamente secas. Un escenario diferente se registró en El Niño 1997/98 el cual se caracterizó por presentar condiciones húmedas en la región andina.



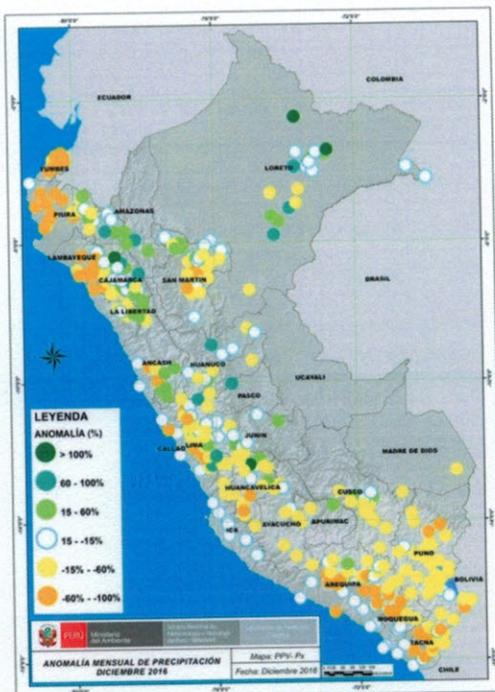
- En la mayoría de los departamentos de la sierra sur prevaleció un escenario húmedo durante la temporada lluviosa, resaltando los departamentos de Huancavelica, Arequipa y Moquegua con anomalías porcentuales mayores a +120%; no obstante, otro fue en el panorama de Puno donde se alcanzaron anomalías negativas de hasta -49% (Ayaviri).



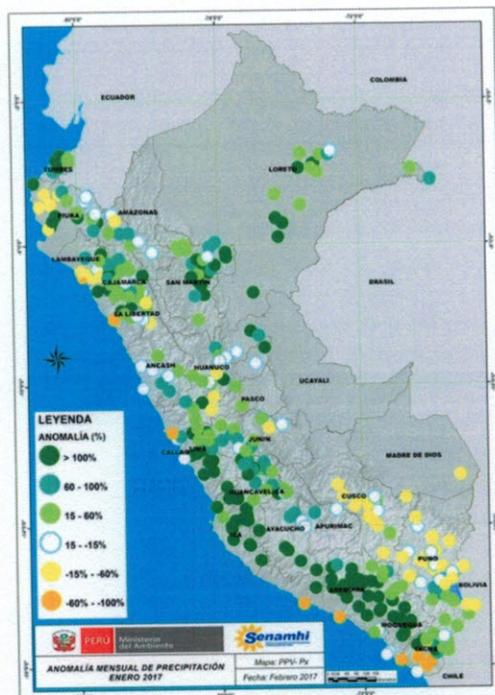
VII. ANEXOS

ANEXO 1. Mapas de anomalías porcentuales de precipitación DICIEMBRE del 2016 a ABRIL del 2017.

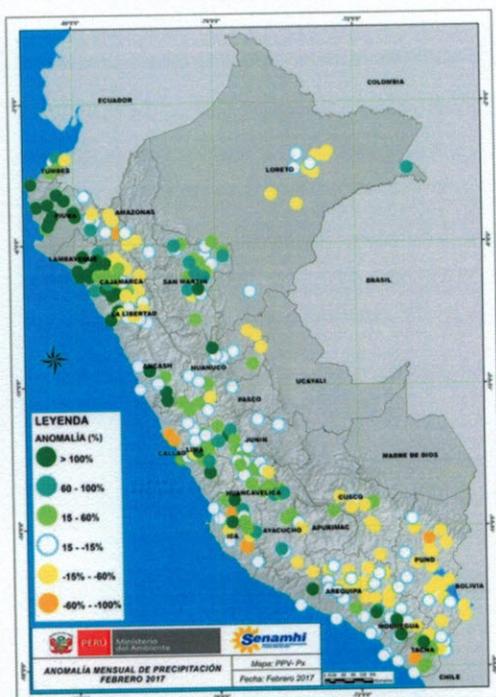
Diciembre 2016



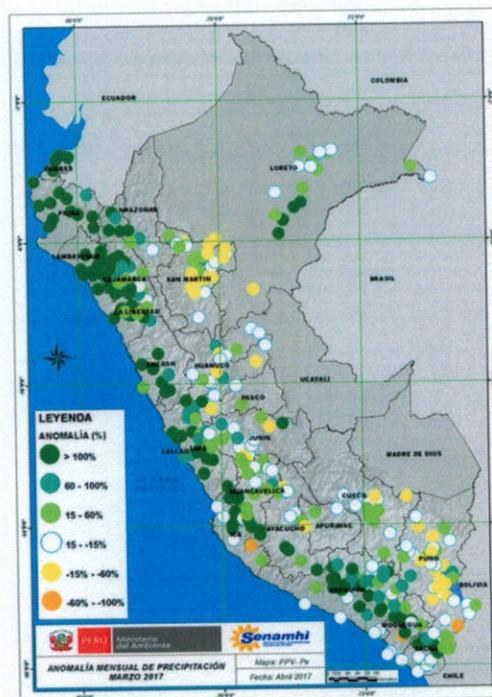
Enero 2017



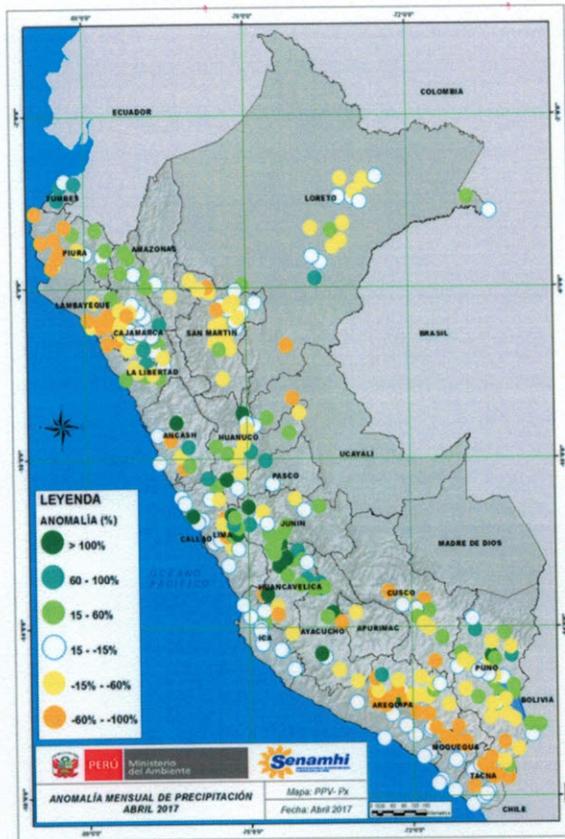
Febrero 2017



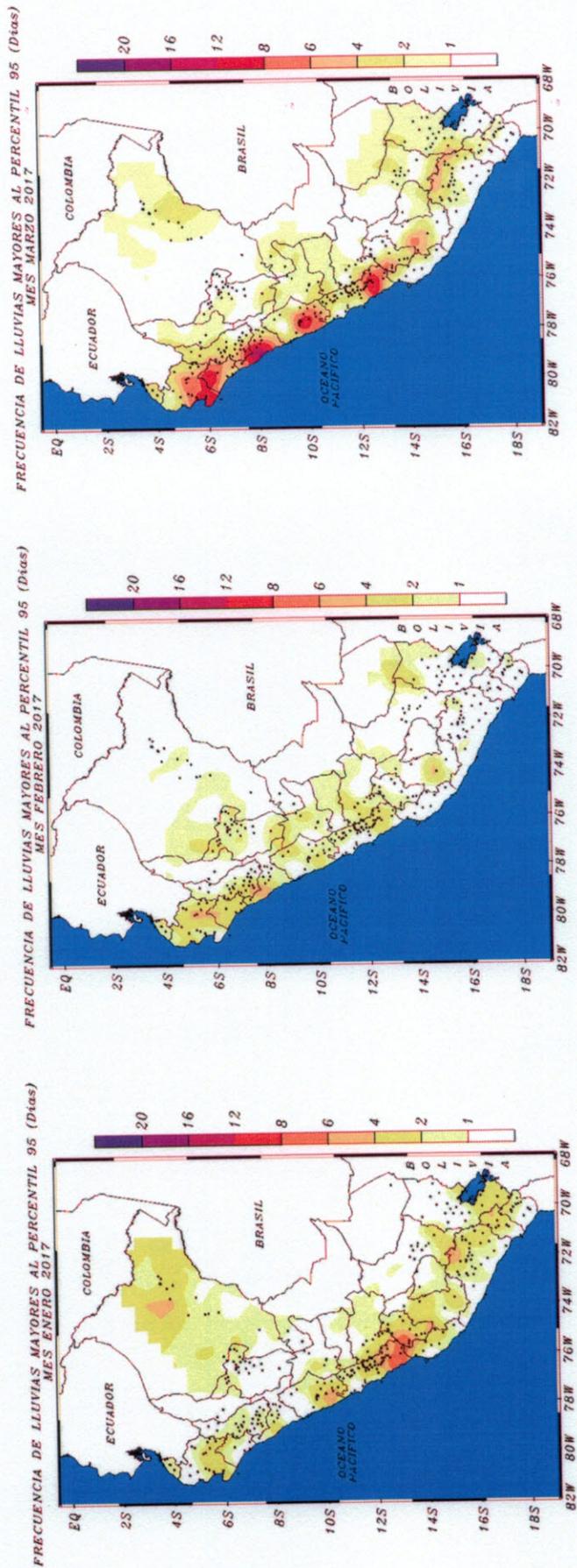
Marzo 2017



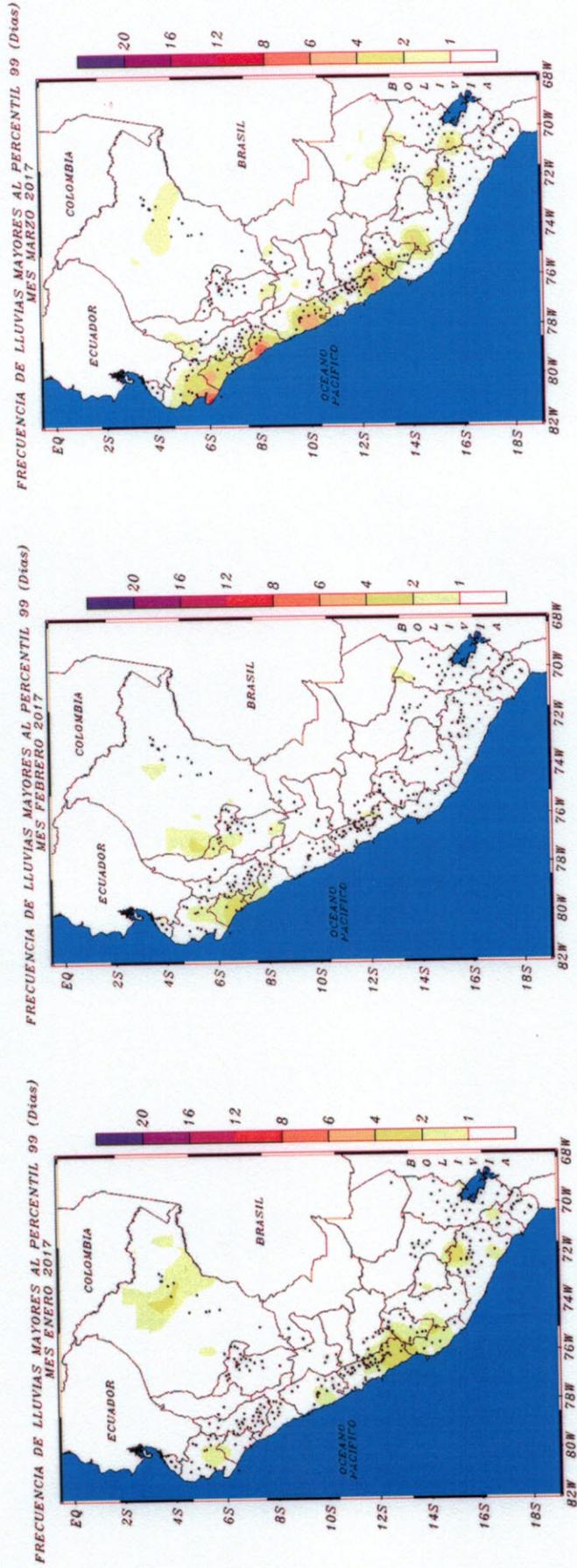
Abril 2017



ANEXO 2.a Mapas de frecuencia de precipitación superior al percentil 95 durante ENERO, FEBRERO Y MARZO de 2017



ANEXO 2.b. Mapas de frecuencia de precipitación superior al percentil 99 durante ENERO, FEBRERO Y MARZO de 2017



Autores:

G. Ávalos, C. Barreto, K. Correa, A. Castro, S. Sulca, P. Porras



Grinia Ávalos Roldán

Subdirectora de la Subdirección de Predicción Climática

Informe Técnico N° 028-2017/SENAMHI/DMA-SPC
© Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2017
Jr. Cahuide 785 Jesús María
Lima – Perú

www.senamhi.gob.pe.
clima@senamhi.gob.pe

Para referenciar o reproducir el presente Informe parcial o totalmente, citarlo como:
Informe Técnico N° 028-2017/SENAMHI/DMA-SPC