



# INFORME TÉCNICO SENAMHI- ENFEN N°04/2020

## *Componente Atmosférica* SENAMHI-Perú

### CONDICIONES ATMOSFÉRICAS DURANTE ARBIL DEL 2020

#### RESUMEN

En el trópico, El Niño de Oscilación Sur (ENSO) mantuvo en condiciones neutrales en acuerdo con los Índices océano – atmosféricos. A lo largo del Océano Pacífico ecuatorial, se observó la intensificación de un pulso de vientos zonales del oeste de bajos niveles en la región occidental, mientras que en niveles altos continuos evidenciándose anomalías zonales del oeste intensas a lo largo del Pacífico principalmente en la región oriental. Estas condiciones de vientos zonales se describieron en la circulación de Walker con la presencia anómala de mayor actividad convectiva alrededor de 180° y la inhibición de la misma sobre la región norte de Sudamérica, incluyendo la costa noroeste de Perú donde viene presentando condiciones de sequía meteorológica. Cabe señalar que esta presencia anómala de convección presentada se asoció a la actividad estacionaria de ondas de baja frecuencia constructivamente favorable a la dinámica de El Niño. Colectivamente, estas condiciones señaladas con las oceánicas reflejaron la aun predominancia de la fase neutra del ENSO.

En otras escalas, la variabilidad interestacional asociada a la OMJ continuó mostrándose débil, presentando una proyección débil hacia la región oeste del Pacífico durante el mes. La OMJ, sobre el Pacífico ecuatorial, no presentó mayor influencia en la actividad de convección, predominando otras ondas ecuatoriales. Tal es así que ondas Kelvin atmosféricas mantuvieron su proyección a lo largo de la región central y oriental del Pacífico durante las tres primeras semanas del mes, contribuyendo en la dinámica tropical favorable para la sucesión de lluvias presentadas en la vertiente occidental de los Andes, en conjunto con otros modos de variabilidad extra-tropical aunados con anomalías atmosféricas locales, tales como la actividad anómala de flujos de humedad de componente norte sobre la costa del Perú.

## 1. INDICES ENSO

Los indicadores ENSO (Figura 1) se encuentran muy próximos a sus límites correspondientes a la fase cálida El Niño incluyendo la cantidad de calor oceánico sub-superficial observado durante el mes en asociación con un paquete de ondas kelvin cálidas de hundimiento; no obstante, las condiciones anómalamente cálidas actuales de la temperatura superficial del mar no presentan mayor extensión fuera del borde occidental del Pacífico. Por tanto, continúa la predominancia de las condiciones neutras.

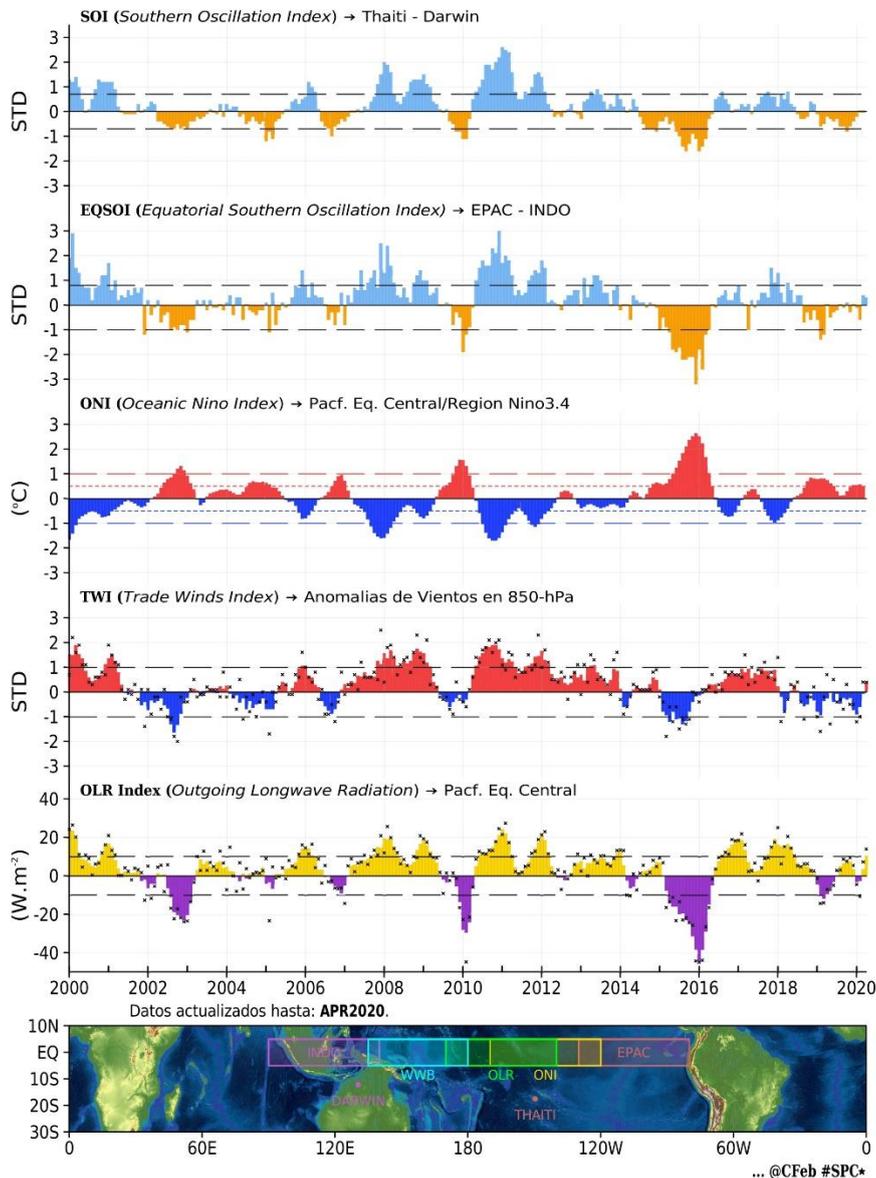


Figura 1. Índices mensuales ENSO (El Niño Southern Oscillation) desde el 2000 hasta Abril de 2020 con media móvil de 3 meses. Valores individuales mensuales de los índices WWB y OLR están indicados por "x" en los paneles inferiores. Fuente: SPC/SENAMHI.

## 2. CIRCULACIÓN ECUATORIAL (WALKER)

En asociación con la estructura vertical de Walker (Figura 2) ascensos de masas de aire asociados a la actividad convectiva en el trópico se mantuvieron debajo de lo normal, principalmente sobre la región el continente Marítimo. No obstante, la convección asociada al acoplamiento océano – atmosférico alrededor de la línea de cambio de fecha 180° se intensificó respecto al mes anterior. Por otro lado, hacia el extremo oriental del Pacífico, la convección por la confluencia de alisios se mantuvo débil y se evidenció un patrón de subsidencia anómala muy intensa que conllevó a la fuerte estabilidad y sequedad atmosférica.

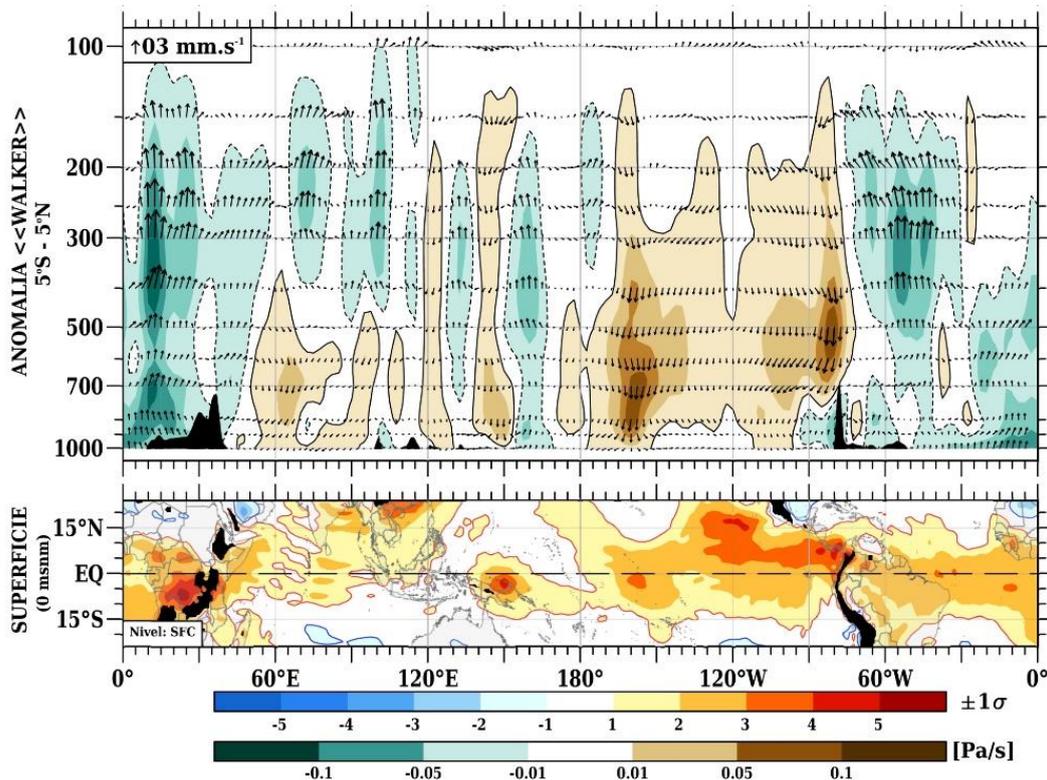


Figura 2. Panel superior, análisis de la Circulación Atmosférica Ecuatorial (Walker) de este a oeste para Abril del 2020. Panel inferior, campo estandarizado de la presión reducida a nivel medio del mar.

Fuente: SPC/SENAMHI.

## 3. ANÁLISIS DE VIENTOS

En niveles altos de la atmósfera (Figura 3), en promedio, continuó observándose la predominancia de flujos Oestes a lo largo del Pacífico tropical, intensificándose hacia la región ecuatorial oriental, presentando velocidades significativas al oeste de 90°W y sobre el norte de Sudamérica. Este patrón de Jet ecuatorial anómalo guardó relación con el calentamiento de la atmosfera alta sobre alrededor de 180° y la conexión la prolongación ecuatorial de la Corriente Chorro Subtropical (CCS). Este patrón de oestes anómalos en la región oriental del Pacífico se asoció a un par anticiclónico frente a la costa oeste de Sudamérica.

De lo anterior, sobre Sudamérica, se observó la intensificación zonal de la CCS aunado a la circulación anticiclónica al sur del Altiplano de Perú, la cual describió la posición anómala sur del patrón de Alta de Bolivia (AB). La configuración anómala de la AB fue modulada por los flujos meridionales anómalamente intensos

provenientes del par anticiclónico anómalo mencionado anteriormente. Cabe señalar que la influencia de la AB sobre el Altiplano del Perú fue importante para la sucesión de lluvias anómalas en el sur del Perú, aunque la componente zonal de vientos del este sobre los Andes no se haya presentado muy intensa para el mes.

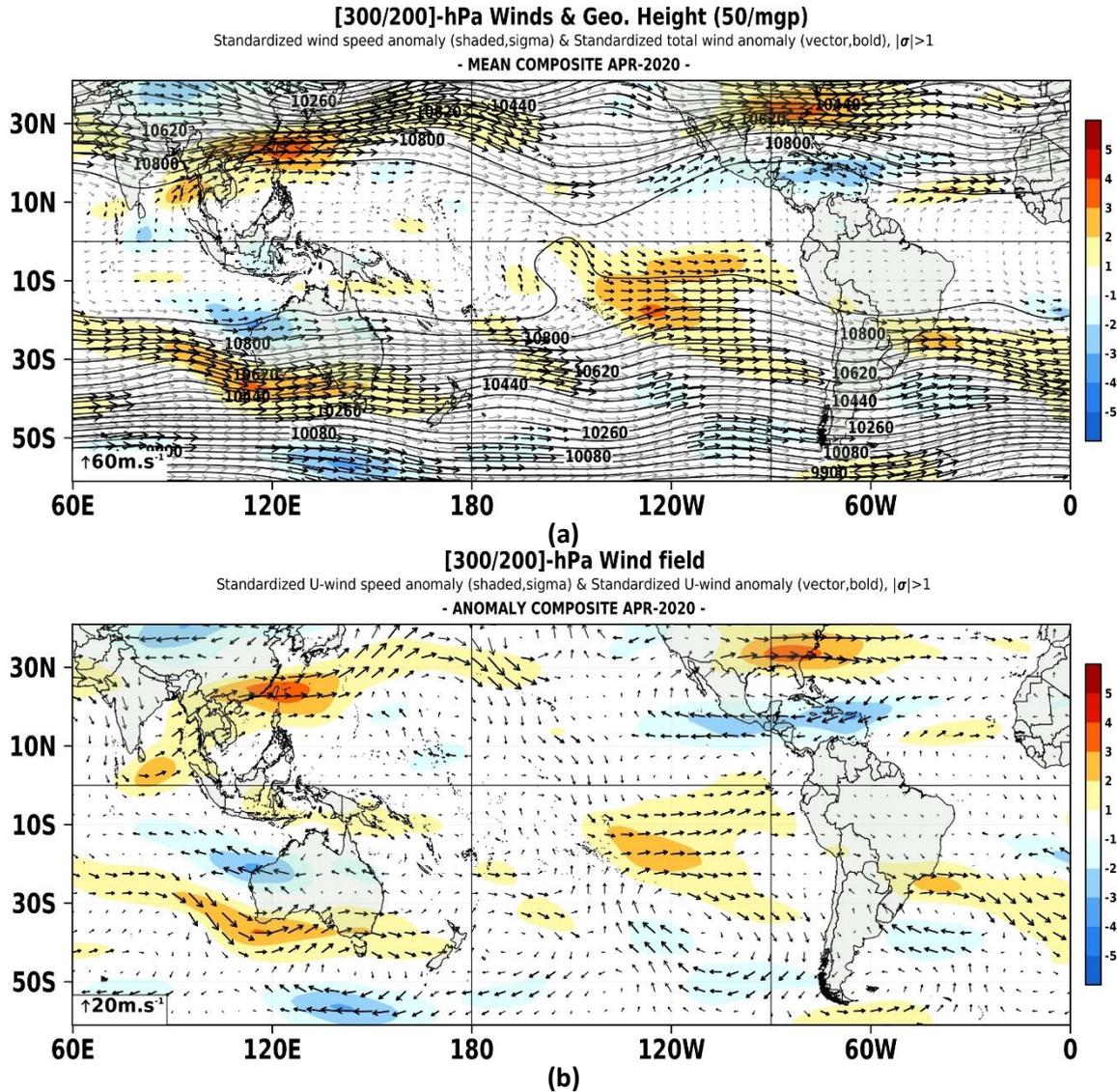


Figura 3. Configuración atmosférica en niveles altos (300/200 hPa) para Abril de 2020. a) Promedio del viento total (m/seg, vectores) y geopotencial (mgp, contornos) y anomalías estandarizadas de la velocidad total (matrices de colores cada  $\pm 0.5 \sigma$ ), los vectores gruesos indican la intensidad anómala del viento, ( $\sigma > 1$ ). (b) Anomalías del campo de viento (matrices de colores cada  $\pm 0.5 \sigma$  y vectores gruesos representando  $\sigma > 1$ ). Climatología: 1981 – 2010.

Fuente: SPC/SENAMHI.

En niveles bajos de la atmósfera (Figura 3), en promedio, los vientos alisios a lo largo de la línea ecuatorial Pacífico se mantuvieron próximos a sus valores habituales; salvo en el extremo occidental donde prevalecieron vientos oestes significativamente intensos; mientras que, hacia el lado oriental de la línea ecuatorial, los vientos alisios se mantuvieron ligeramente sobre lo normal. Por otro lado, hacia el norte de la misma, la confluencia débil de los alisios se evidenció oestes anómalos asociados a una circulación ciclónica anómala. El ingreso de los vientos alisios del Atlántico ecuatorial hacia el continente se mostró débil significativamente, no así, hacia el Istmo de Panamá donde la influencia de la aceleración parcial del giro subtropical de NASH (North Atlantic Subtropical High) hacia Centro América mantuvo intensos los vientos zonales.

Por otro lado, sobre el Océano Pacífico se intensificó el giro subtropical de vientos, siendo mayor en el hemisferio norte. En el sur, los vientos meridionales frente a la costa oeste de Sudamérica, se debilitaron hacia el ecuador, con excepción de la costa norte donde se intensificaron, dejando una circulación ciclónica costera frente al codo Perú - Chile.

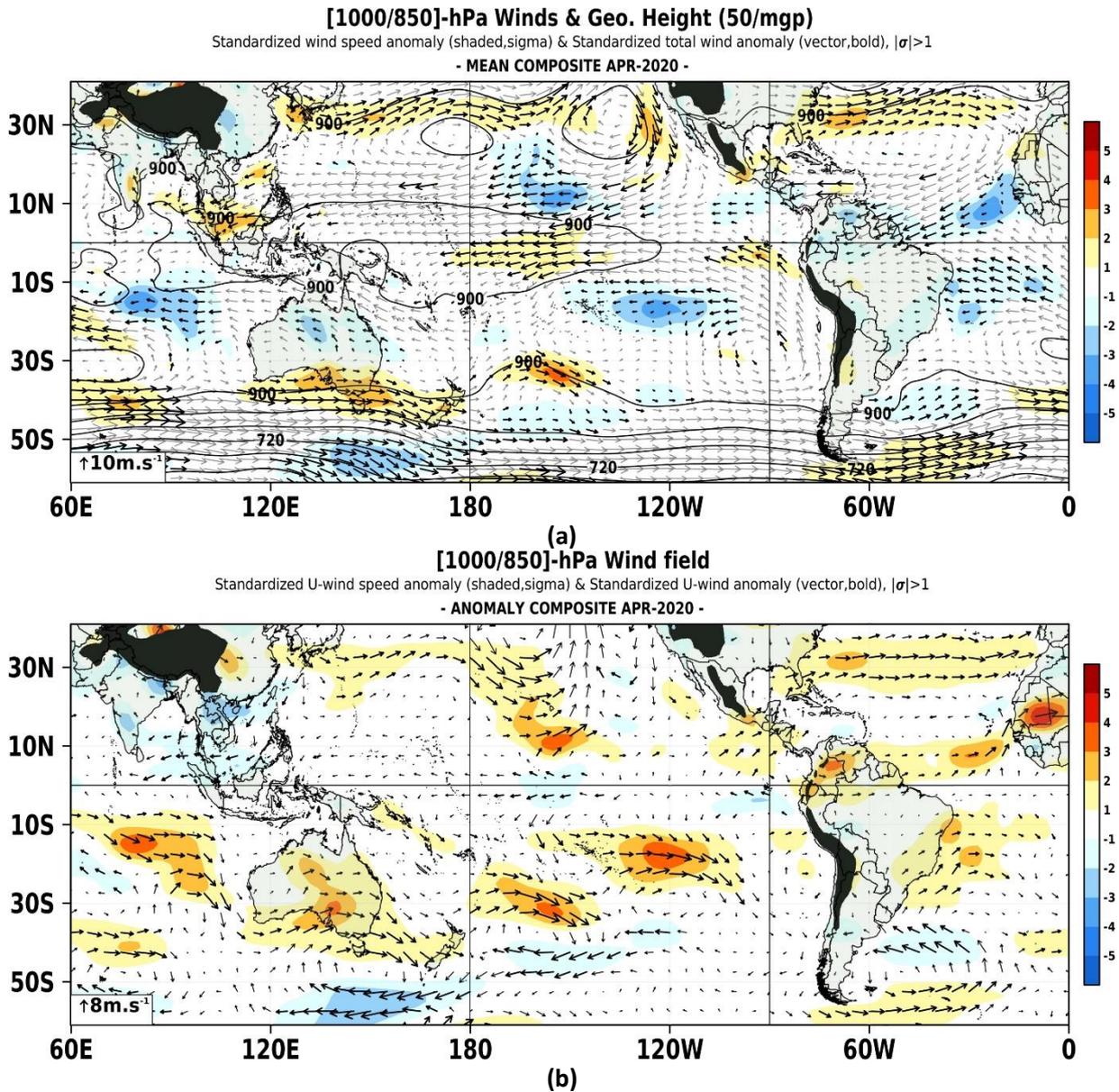


Figura 4. Configuración atmosférica en niveles bajos (1000/850 hPa) para Abril del 2020. Arriba: Promedio del viento total (m/seg, vectores), altura de geopotencial (mgp, contornos) y anomalías estandarizadas de la velocidad total (matices en colores cada  $\pm 0.5 \sigma$  y vectores gruesos indican  $\sigma > 1$ ). Abajo: Anomalías del campo de viento (m/seg, vectores) y anomalías estandarizadas de la componente zonal del viento (matices de colores cada  $\pm 0.5 \sigma$  y vectores gruesos representando  $\sigma > 1$ ).

Fuente: SPC/SENAMHI.

## 4. ANÁLISIS DE CAMPO DE PRESIÓN

El campo de presiones en el Pacífico ecuatorial (Figura 5) se mantuvo, mayormente, alrededor de lo habitual; salvo zonas puntuales como la región nororiental de Australia y las costas de Colombia, que presentaron anomalías positivas significativas; similarmente, sobre el Atlántico ecuatorial y la cuenca Amazónica de Sudamérica. En particular, el centro de alta presión anómala observada en el extremo oeste del Pacífico

favoreció el gradiente oeste – este de presión y la intensificación zonal de los vientos oeste al oeste de 180°.

Los cambios de presiones positivas, respecto al mes anterior, se ubicaron en el Pacífico norte, donde el sistema de alta presión presentó una gran extensión de anomalías positivas con un núcleo que superó los 1030 hPa y alcanzó hasta +16hPa, con +2 desviaciones estándar, mostrando un giro subtropical intenso hacia el extremo ecuatorial occidental. Mientras que, en el Pacífico sur, el giro subtropical por los sistema anticiclónicos fue menor. En específico, el Anticiclón del Pacífico (APS) mostró una configuración zonal anómalamente al sur de su posición climática con un núcleo de hasta 1024 hPa cuya intensidad alcanzó solo +2 hPa y +1 desviación estándar histórica. El alejamiento del APS al suroeste de lo convencional mantuvo la presencia de bajas costeras frente al codo Perú – Chile, observándose vientos costeros débiles; no obstante, la influencia del giro subtropical norte del APS mantuvo intensa la componente meridional de los vientos alisios del sureste, principalmente fuera de la costa central y norte, justo el este del meridiano de 90°W.

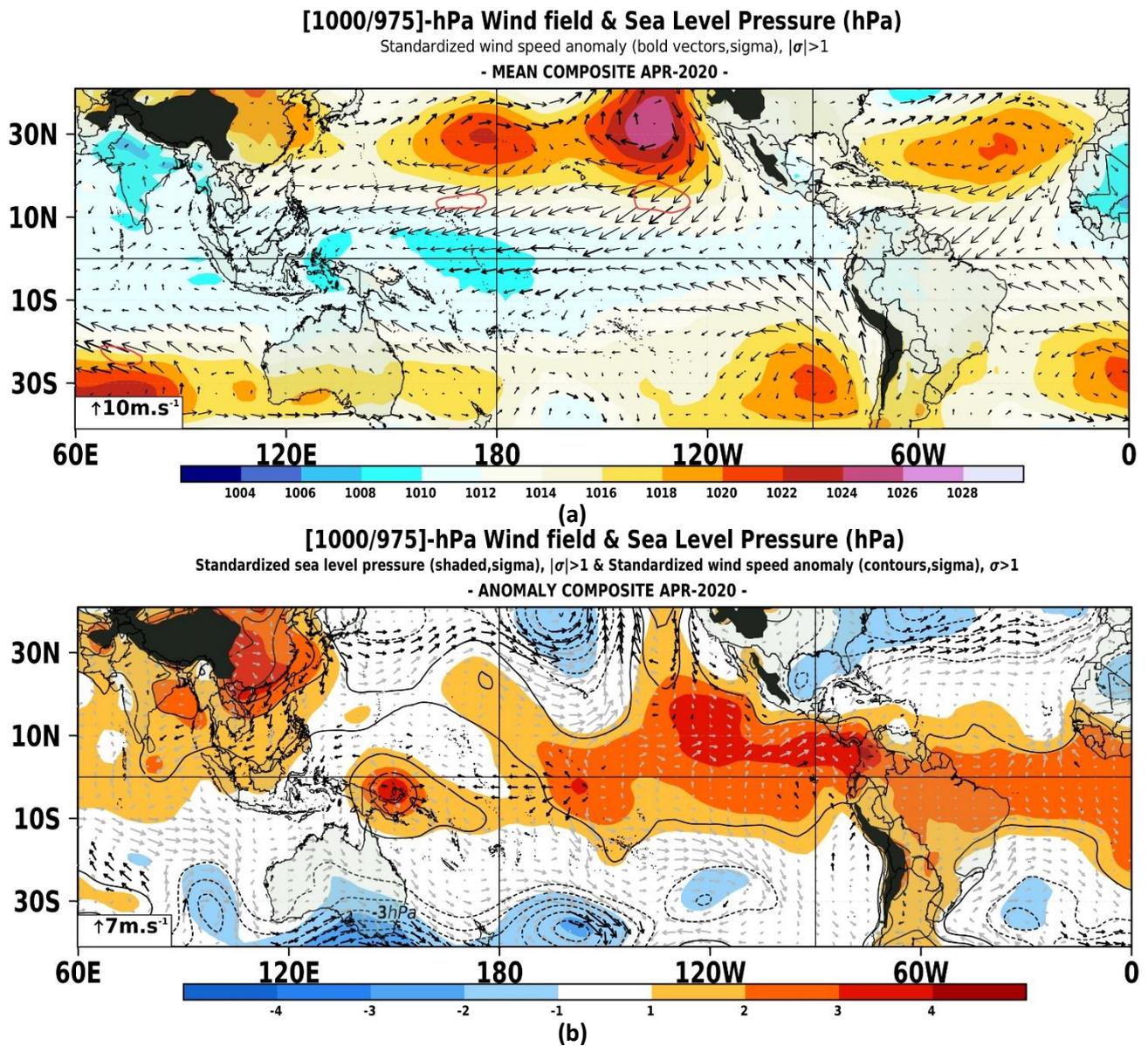


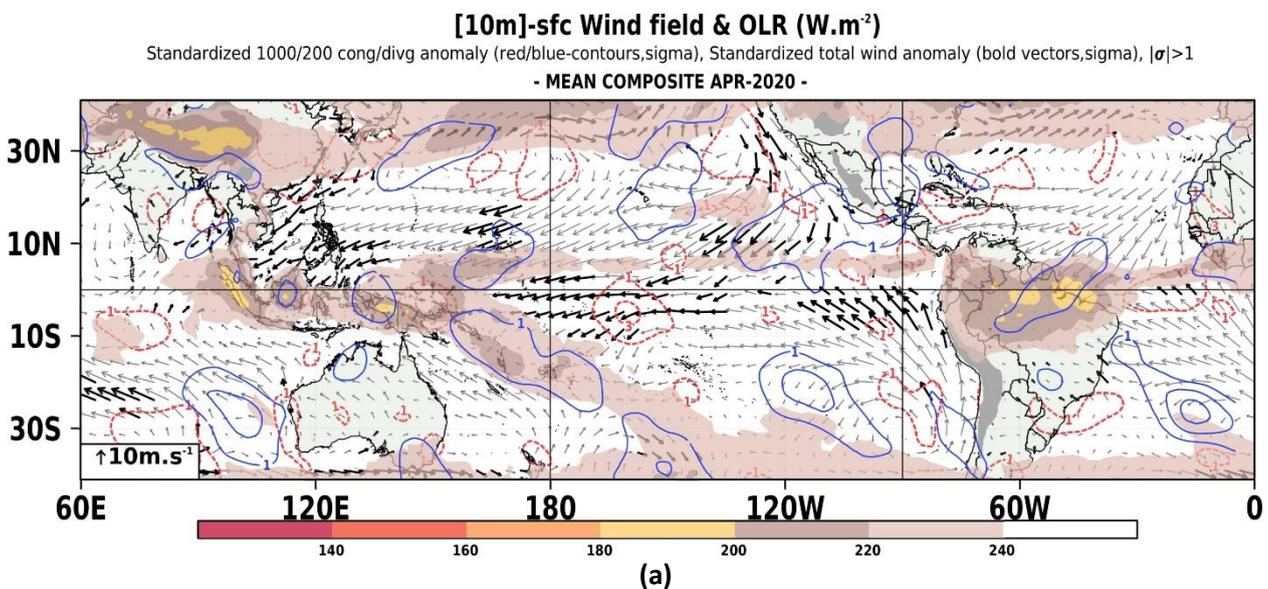
Figura 5. Análisis de superficie para Abril del 2020. a) Promedio del campo de presión reducida a nivel del mar (PRMSL, hPa) y vientos entre 1000/975 hPa (contornos rojos >8 m/seg), vectores gruesos representan velocidad estandarizadas, ( $\sigma > 1$ ). b) Anomalías del campo de viento (m/seg) y PRMSL (hPa, contornos), las matices en colores representan valores estandarizados de la PRMSL cada  $\pm 1 \sigma$ , vectores gruesos indican velocidades anómalas del viento total,  $\sigma > 1$ .

Fuente: SPC/SENAMHI.

## 5. ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL Y PRECIPITACIÓN

La convección en el trópico (Figura 6) continúa debajo de su promedio mensual en el extremo oriental del Pacífico y al norte de Sudamérica, al igual que sobre el continente Marítimo; mientras que, alrededor de la línea de cambio de fecha (180°) se mantienen valores anómalos de convección. El patrón de la extensión zonal de la actividad convectiva del Pacífico mantuvo una forma de “V”, observándose la confluencia de los vientos zonales anómalos y alisios relativamente intensos justo al sur de 180° interactuando con el repliegue ecuatorial de la Zona de Convergencia del Pacífico Sur (ZCPS) y, hacia el hemisferio norte, la cobertura de la anomalías negativas de OLR siguió la mayor frecuencia de ríos atmosféricos desde latitudes medias, influenciados por el Anticiclón del Pacífico norte. Seguidamente, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) continuó anómalamente débil sobre el continente Marítimo y al norte del extremo nororiental del Pacífico, sin mayor prolongación anómala sobre Sudamérica, no obstante, mantuvo una posición anómalamente sur a lo largo del Océano Atlántico ecuatorial, especialmente sobre la región central. En la región oriental del Pacífico ecuatorial, prevalecieron anomalías zonales de vientos del Este, la confluencia de alisios se vio reforzados por el ramal subsidente anómalo de Walker.

En particular, en el extremo norte de la costa peruana, el patrón de sequedad, aunado a Walker, se vio reforzado por la intensificación de la convergencia de los vientos alisios del sureste alrededor del meridiano de 90°W, lo cual resultó en la intensificación suroeste anómala de los vientos costeros asociados al giro subtropical anómalo del APS. Mientras que, hacia el extremo sur, como Perú – Chile, se evidenciaron anomalías negativas de OLR, conformando un patrón de dipolo de convección respecto del norte. Este patrón convectivo se vio influenciado por: 1) el giro ciclónico anómalo de los vientos costeros, 2) anomalías positivas persistentes de la temperatura de agua de mar, 3) ascensos anómalos de masas fuera del litoral acoplados a la AB, y 4) advección humedad en niveles bajos provenientes desde el Ecuador. Este último presentó mayor relevancia para la sucesión de episodios de lluvia intensa representados por el patrón de anomalías negativas de OLR observados en la región costera sur.



## [10m]-sfc Wind field & OLR ( $W.m^{-2}$ )

Standardized U10m-comp wind anomaly (red/blue-contours, sigma),  $|\sigma| > 1$

- ANOMALY COMPOSITE APR-2020 -

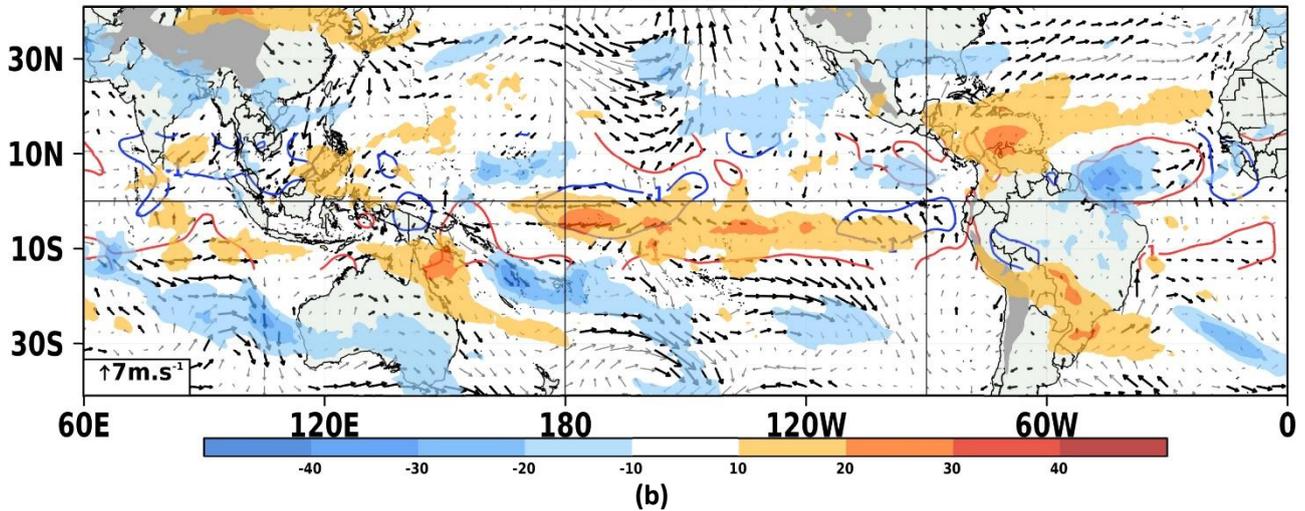


Figura 6. Análisis de la convección tropical para Abril del 2020. a) Promedio del campo de Radiación de Onda Larga (OLR- $W/m^2$ , matices en colores) y vientos superficiales (m/seg, vectores), vectores gruesos representan velocidad estandarizadas, ( $\sigma > 1$ ) y contornos rojos (azules) indican convergencia (divergencia) estandarizada del viento en 850 (200) hPa, ( $\sigma > 1$ ). b) Anomalías de OLR ( $W/m^2$ , matices de colores) y vientos a 10 m (m/seg, vectores), los contornos de rojo/azul indican la componente zonal estandarizada oeste/este del viento,  $\pm 1\sigma$ , solo entre  $15^\circ N/S$ ). Climatología: 1981 – 2010.

Fuente: SPC/SENAMHI/NOAA.

## 6. FORZANTES REMOTAS

El potencial convectivo observado a lo largo del trópico se posicionó hacia el este del Océano Índico, sobre el continente Marítimo y noreste de Sudamérica. Los flujos zonales predominantes al sur de la línea ecuatorial muestran una conexión extra – tropical hacia el norte y sur por la intensificación del Jet Subtropical y la intensificación de la Zona de Convergencia del Pacífico Sur (ZCPS), respectivamente. La advección de humedad anómala por la componente zonal este reforzó el potencial convectivo sobre Indonesia, no así en el Atlántico tropical. Hacia el hemisferio Sur, las fluctuaciones meridionales observadas de los Jet Stream empiezan a intensificarse por estacionalidad sumándose la actividad de la ZCPS. En tal sentido

Sumado a lo anterior, la conexión trópico-extra trópico se originó de las regiones de fuerte convergencia de humedad anómala las cual mantuvo la propagación de un tren de ondas Rossby atmosféricas de niveles altos hacia el Pacífico suroriental, donde el giro subtropical de niveles bajos se vio reducido. Ello mantuvo al APS débil y amentó la inestabilidad atmosférica frente al codo Perú – Chile.

En tanto, sobre continente, la ubicación anómala de la AB continuó desfasada hacia el noreste de su posición habitual al interactuar con los flujos zonales persistentes desde el Pacífico.

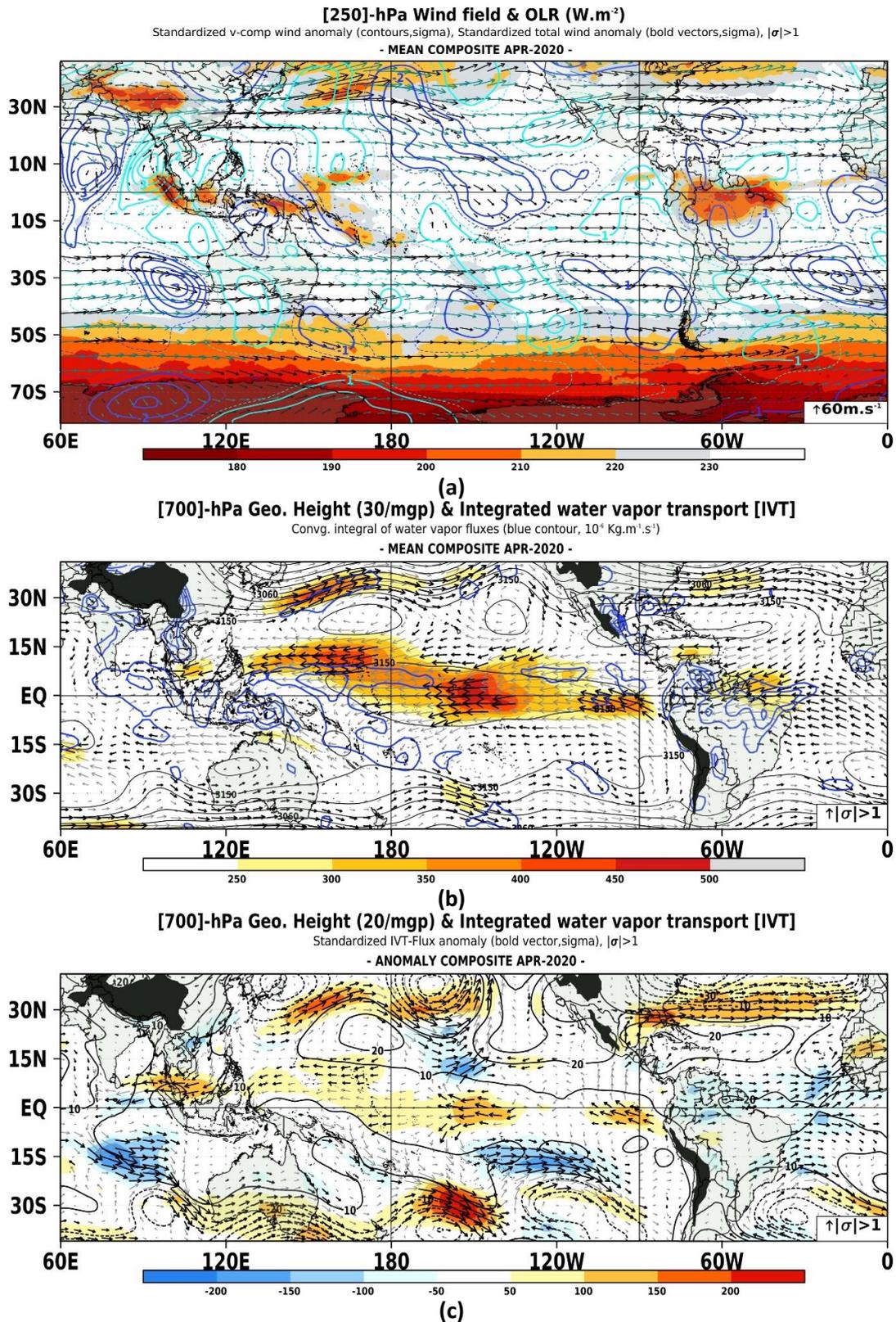
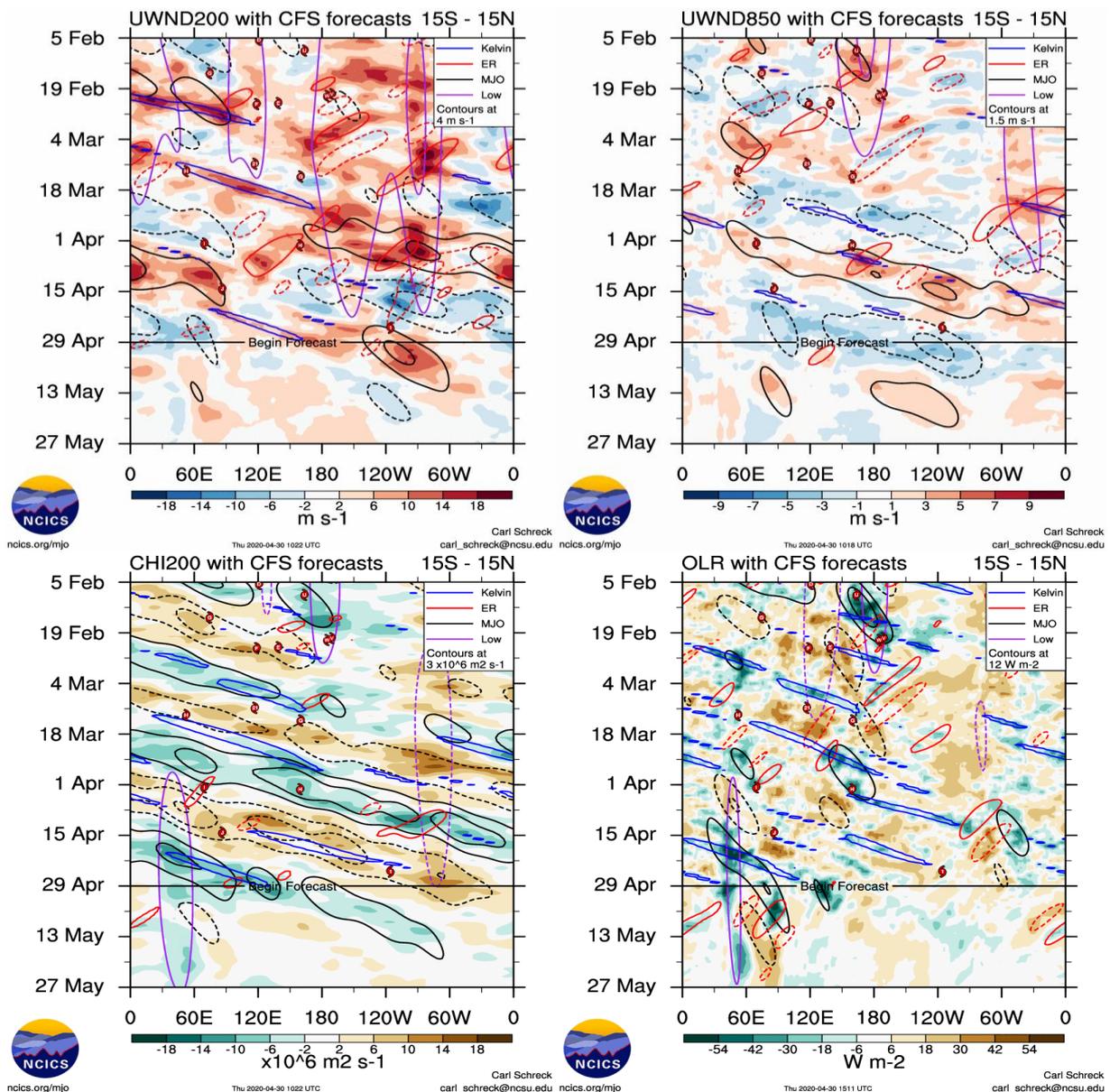


Figura 7. Análisis de las Forzantes Remotas durante el mes de Abril del 2020. (Panel superior) Promedio del flujo de viento en niveles altos (250 hPa, m/seg) y Radiación en Onda Larga (OLR, w/m<sup>2</sup>) para valores representativos valores de nubosidad del tipo convectiva, los vectores gruesos representan velocidad estandarizadas, ( $\sigma > 1$ ) y contornos rojos (azules) indican la componente meridional estandarizada positiva o del sur (negativa o del norte) en el mismo nivel atmosférico cada  $\pm 1\sigma$ . (Panel central) Promedio del flujo de vapor de agua integrada en la Troposfera (Kg/m/seg) y la altura de geopotencial en 700 hPa, vectores gruesos indican cantidades de humedad superiores a 300 Kg/m/seg. (Panel inferior) similar al panel central pero respecto al campo de anomalías, los vectores gruesos representan magnitudes del campo zonal del flujo de humedad estandarizado, ( $\sigma > 1$ ).  
Fuente: SPC/SENAMHI.

## 7. VARIABILIDAD INTERESTACIONAL

Durante el mes de Abril, la señal de la Oscilación Madden & Julian (OMJ) decayó hacia mediados del mes hacia su fase 3 en la sección oriental del Océano Índico, manteniéndose activa en el Pacífico ecuatorial alrededor de la quincena del mes. En este periodo, la proyección de la OMJ sobre los campos de vientos zonales, convección y velocidad potencial evidenciaron una fase convergente activa hacia el lado oriental – central de la cuenca donde se observó la predominancia de flujos zonales anómalos del oeste en niveles altos que continuaron reduciendo el potencial convectivo con el reforzamiento de las anomalías zonales de vientos del este en niveles bajos, con ello, los alisios se mostraron más intensos (Figura 8). Asimismo, hacia finales del mes, con el debilitamiento de la huella convectiva asociada a la OMJ, ondas ecuatoriales del tipo Kelvin y Rossby modularon la convección anómala concentrada en el trópico.

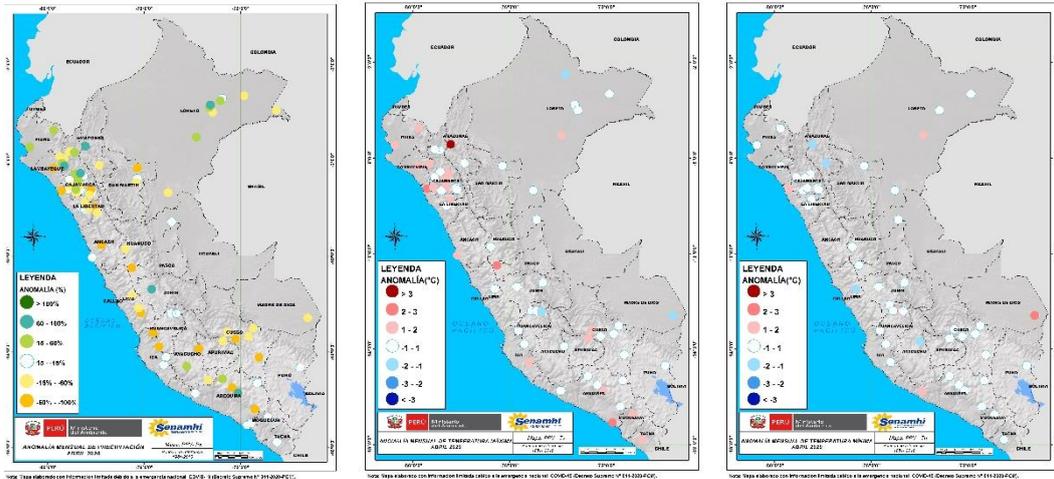


**Figura 8. Evolución interestacional observada de la Oscilación ecuatorial Madden - Julian (MJO) hasta el 29 de Abril del 2020, Ondas ecuatoriales tipo Rossby (ER, contornos rojos) y Kelvin (contornos azules), y Ondas ecuatoriales de baja frecuencia (Low, contornos moras); a partir de vientos zonales en niveles altos (200 hPa), niveles bajos (850 hPa), velocidad potencial en niveles altos (200 hPa), y Radiación de Onda Larga (ROL).**

Fuente: CFSv2/NCICS.

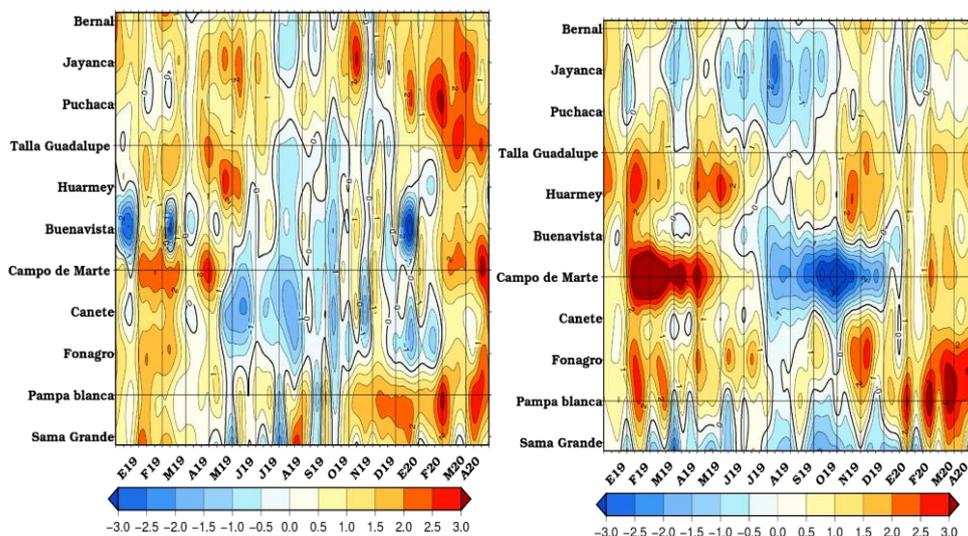
## 8. OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS

En Abril (Figura 9), las anomalías positivas de lluvia se concentraron en la sierra occidental, principalmente en las cuencas medias y altas de Junín, Arequipa y Cajamarca, y en la selva nororiental; para el resto del país el régimen pluviométrico retorna hacia sus valores estacionales. Por otro lado, respecto a las temperaturas extremas del aire, estas se mantuvieron alrededor de lo normal, observándose valores de anomalías positivas en la costa noroeste y sur por encima de los 2 a 3°C por encima de lo habitual.



**Figura 9. Anomalías termo pluviométricas a nivel nacional para el mes de Abril del 2020. Izquierda: anomalías porcentuales de la precipitación, Medio: anomalías de la temperatura máxima, y Derecha: anomalías de la temperatura mínima.**  
Fuente: SPC/SENAMHI.

De lo mencionado anteriormente, en la región costera del país (Figura 10), las temperaturas extremas del aire evidenciaron un incremento de las anomalías positivas, principalmente en la región sur, disminuyendo hacia la región norte. Cabe señalar que durante el mes estos valores superaron a los observados el año pasado. Los valores más altos fueron para las temperaturas nocturnas.



**Figura 10. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (Tmax y Tmin) para estaciones costeras a lo largo del litoral del Perú distribuidas desde el norte hacia el sur desde Enero 2019 hasta 29 Abril 2020.**  
Fuente: SPC/SENAMHI.