



BOLETÍN ERFEN No 01-2019

Guayaquil, 16 enero 2019

COMITÉ ERFEN: Observando a “El Niño”

El Comité ERFEN informa a la ciudadanía que se mantiene vigilante por la evolución del evento cálido que se ha presentado en el Pacífico Central ecuatorial y las consecuentes repercusiones que se puedan dar sobre el territorio ecuatoriano.

En las últimas semanas de diciembre y primeras de enero, continúan las anomalías positivas de Temperatura Superficial del Mar (TSM), aunque de menor magnitud, en comparación con inicios de diciembre. Este comportamiento se asocia a la variabilidad de los vientos alisios del este, que hasta diciembre, estuvieron debilitados y se fortalecieron en la segunda semana de enero.

Los perfiles térmicos en las estaciones de monitoreo local, indicaron aumento de TSM, disminución de la profundidad de la capa de mezcla, tendencias propias de la estacionalidad.

El monitoreo satelital y de la red mareográfica local, mostraron que en general el Nivel Medio del Mar (NMM), se mantuvo por encima de lo normal en el Pacífico ecuatorial, mostrando valores superiores a 10 cm.

En lo que va de enero de 2019, en la región litoral se presentaron precipitaciones de intensidad variable, las lluvias más fuertes estuvieron concentradas en las zonas norte, centro e interior, acompañadas en ocasiones de tormentas eléctricas. Como consecuencia, los caudales de los ríos Esmeraldas, Quinindé, San Pablo en Palmar, Quevedo, Zapotal en Lechugal y Chone se incrementaron y sobrepasaron los valores normales. Las precipitaciones ocurridas en esta región estuvieron relacionadas fundamentalmente por la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y por el constante ingreso de calor y humedad en niveles bajos.

En el resto del territorio ecuatoriano se presentaron lluvias dispersas de intensidad variable, provocadas principalmente por el Alta de Bolivia, calentamiento diurno e ingreso de humedad en niveles medios y bajos de la tropósfera, así como el acoplamiento de las ondas ecuatoriales (Oscilación Madden-Julian, Rossby y Kelvin troposférica).

Para las dos últimas semanas de enero, el índice atmosférico de precipitación (IAP) y el modelo de transferencia lineal prevén precipitaciones “Normales” y puntualmente “Sobre la Normal” para todo el perfil costero, interior del litoral, y la estación de San Cristóbal en Galápagos.

El índice costero (ICOST), prevé para febrero que el océano frente a las costas ecuatorianas continúe en “Condiciones Normales”.



1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

El Índice Niño Oceánico (ONI), de 0.7°C para el trimestre septiembre-noviembre 2018, las anomalías de contenido de calor superficial y el índice de inclinación de la termoclina reflejan tendencia hacia condiciones El Niño.

La TSM fue superior a su promedio en la mayor parte del Océano Pacífico, lo que se ha evidenciado en las anomalías positivas de TSM en los dos últimos meses. Estas anomalías se debilitaron en el Océano Pacífico ecuatorial desde la segunda semana de diciembre. En niveles subsuperficiales, desde mediados de diciembre, las anomalías negativas de la temperatura se expandieron entre 90 y 110°W .

Desde diciembre se presentaron pulsos de vientos del oeste, en el Pacífico ecuatorial occidental (160°E - 180°W) lo que contribuyó a la generación y propagación de ondas Kelvin oceánicas.

La TSM en los perfiles de Manta, La Libertad y Puerto Bolívar superó el valor de 25°C , comportamiento característico de la época en estas localidades. Subsuperficialmente encontramos anomalías positivas a partir de 30 m.

La red mareográfica registró en la últimas semanas una disminución en el nivel del mar en todas las estaciones de monitoreo, pero manteniendo anomalías positivas. En Galápagos las estaciones permanecen con anomalías positivas que no superan los 10 centímetros por sobre la normal; mientras que la estación costera de La Libertad presentan condiciones normales y Esmeraldas ha presentado anomalías de hasta 20 centímetros por debajo de la normal

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

El eje principal de la ZCIT fluctuó entre 1°N y 7°N y mostró un desplazamiento hacia el sur. Se manifestó como una banda entrecortada y difusa, con incremento de actividad convectiva frente a las costas occidentales de Colombia y norte de Ecuador entre el 7 y el 13 de enero. La componente meridional del viento del norte en niveles bajos (asociada al Chorro del Caribe) fue el factor principal que provocó la influencia de la ZCIT, al permitir el transporte de masas de aire cálidas y húmedas a la región y la consecuente ocurrencia de lluvias fuertes y tormentas eléctricas, especialmente en las zonas norte, centro e interior.

Respecto al flujo medio mensual en los niveles altos de la tropósfera, el centro del sistema conocido como Alta de Bolivia se ubicó al sudeste de su posición climatológica (entre Paraguay, sur de Brasil y el océano Atlántico adyacente). Sin embargo, la configuración alargada de este sistema, con orientación SE-NO, y su interacción con un Vórtice Ciclónico de Altos Niveles (VCAN) generó condiciones de inestabilidad atmosférica sobre las regiones oriental e interandina de Ecuador, lo que, sumado al calentamiento diurno y el ingreso de humedad en niveles medios y bajos de la tropósfera, fue una de las causas principales de las precipitaciones ocurridas en estas regiones del país.

La Oscilación Madden-Julian (OMJ), con una fuerte señal divergente en niveles altos, acoplada a otras ondas ecuatoriales (Rossby y Kelvin troposférica) también fue un factor determinante en el comportamiento atmosférico, al incentivar el incremento de la nubosidad y de las precipitaciones. Desde el 8 de enero, la intensidad de la OMJ disminuyó con rapidez y actualmente se encuentra en una etapa neutral.



Las precipitaciones hasta el 10 de enero de 2019, en el Litoral ecuatoriano, mostraron acumulados de lluvia por encima de la normal climatológica en todas las estaciones, donde se registraron entre 7 y 10 días con lluvia. En las regiones Interandina y Oriental se registraron acumulados de precipitación por encima de lo normal exceptuando estaciones puntuales donde las precipitaciones fueron deficitarias, sin embargo, en la región Oriental se registraron mayor número de días con lluvia (5 a 9).

Las precipitaciones en la región litoral, provocaron un incremento en los caudales de los ríos, superior a los valores normales para la época, lo que generó niveles de aviso y alerta hidrológica principalmente en los ríos: Esmeraldas, Quinindé, San Pablo en Palmar, Quevedo, Zapotal en Lechugal y Chone. Sin embargo, los caudales de los ríos en la Sierra se mantuvieron bajo el valor normal y en la Amazonia los caudales de los ríos disminuyeron.

La temperatura media del aire mostró un comportamiento sobre la normal en la región Costa, exceptuando las estaciones Portoviejo, Guayaquil-aeropuerto y el Corazón. En la estación meteorológica de Puerto Ila se presentó la mayor anomalía de temperatura media del aire (+1.3°C). En la región Sierra, en general, la temperatura media del aire se mantuvo alrededor de su valor normal, excepto estaciones puntuales con anomalías positivas: Inguincho (+0.8°C), Tomalón (+1.5°C), Quito-Iñaquito (+0.7°C) y Cañar (+0.7°C). En la región amazónica la temperatura media del aire también se mantuvo alrededor de su normal climatológica, con excepción de la estación de Pastaza-aeropuerto que registró una anomalía de +2.2°C.

3. PERSPECTIVAS

El índice costero (ICOST), prevé para febrero que el océano frente a las costas ecuatorianas continúe en "Condiciones Normales"; sin embargo por la intensificación de vientos del oeste, se esperaría la generación de ondas Kelvin y el consiguiente aumento de temperatura en el Pacífico oriental.

En lo que resta de enero, se espera en la región litoral lluvias de intensidad variable con mayor fuerza hacia el norte centro e interior (Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Guayas y Manabí). En la región interandina se esperan lluvias dispersas entre ligeras a moderadas, con eventos puntuales fuertes y ocasionalmente acompañados de tormentas eléctricas, principalmente hacia las estribaciones de la cordillera occidental. En el Oriente, se esperan lluvias de intensidad variable, con mayor incidencia en la zona centro-sur y estribaciones de la cordillera oriental. En la región Insular se esperan precipitaciones más frecuentes con intensidades entre ligeras a moderadas. Se espera que los caudales de los ríos estén entre normal y puntualmente sobre la normal.

La mayoría de modelos probabilísticos globales y regionales consensuan para el Ecuador que en el trimestre febrero a abril de 2019 las precipitaciones en el perfil costero estarán en rango normales acordes a la época, incrementando y superando sus valores normales hacia el resto del litoral. En la Sierra se esperan acumulados de lluvia alrededor de la normal en la zona centro y sur y bajo lo normal hacia el norte de la región. En la región oriental se esperan condiciones cercanas a las normales.

4. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, el Comité Nacional ERFEN, se reunió en las Instalaciones del INOCAR el 20 de diciembre de 2018, con la participación de delegados del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e



Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP), Dirección General de Aviación Civil (DGAC), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), Cruz Roja Ecuatoriana.

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico y meteorológico apoyado en:

- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas y meteorológicas locales.
- El índice costero ecuatoriano (ICOST), índice multivariado subsuperficial construido en base a variables oceanográficas de la costa ecuatoriana (diez millas costa afuera) de las estaciones de Manta y La Libertad.
- El modelo de transferencia lineal (MTL), donde la predicción de la precipitación está en función del ICOST y el acumulado pluvial de las estaciones meteorológicas ubicadas en el borde costero, su resultado es la categorización de las precipitaciones (Sobre la Normal, Normal, Bajo la Normal).

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales y regionales.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.
- El índice Atmosférico de Precipitación (IAP), basado en modelos de transferencia lineal para la predicción de las precipitaciones en Grupos Pluviométricos de la región Litoral e Insular. El IAP se construye a partir de variables océano atmosférico cuyo resultado es la categorización de las precipitaciones (Sobre la Normal, Normal, Bajo la Normal).

El INP realizó el análisis de información oceanográfica, química y biológica recopilada a lo largo del perfil costero en diciembre de 2018.

La SGR mostró las estadísticas de eventos hidrometeorológicos y estadísticas de afectaciones para la época.

Cite este boletín como: Comité ERFEN, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 01-2019. www.inocar.mil.ec

Patricio HIDALGO Vargas
Capitán de Navío-EM
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

EPU



BOLETÍN ERFEN No 02-2019

Guayaquil, 30 de enero 2019

COMITÉ ERFEN: Vigilando a El Niño
--

El Comité ERFEN informa a la ciudadanía que mantiene una vigilancia permanente al desarrollo de un evento cálido en el Pacífico Central Ecuatorial, pronosticado por organismos internacionales, y a los posibles efectos en el Ecuador.

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) y el Nivel Medio del Mar (NMM) se mantuvieron positivos en el Pacífico Central Ecuatorial, en tanto que en nuestras costas, la TSM fue neutral y en el nivel del mar predominaron anomalías positivas, excepto en Esmeraldas, donde la anomalía fue negativa en los últimos días de enero.

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), con su eje principal entre 2°N y 5°N, tuvo una incidencia directa en el norte e interior del Litoral y en la región insular, con eventos puntuales de precipitación moderada a fuerte durante la primera mitad del periodo de análisis y precipitaciones de tipo ligero a ocasional moderado en los siguientes días. Las precipitaciones en el litoral fueron inferiores a las de la primera quincena de enero, de modo que los niveles y caudales de los ríos en esta región, estuvieron alrededor y bajo sus normales.

Con respecto al mes anterior, el primer eslabón de la cadena trófica (fitoplancton) registró un incremento en las estaciones de Puerto Bolívar y La Libertad, asociado a mayor presencia de nutrientes (nitrato y fosfato), mientras que en Esmeraldas y Manta se presentó una disminución. El segundo eslabón (zooplancton) fue menor en las cuatro estaciones mencionadas. En Anconcito los sifonóforos y medusas evidenciaron especies asociadas a aguas cálidas.

El índice costero (ICOST), prevé para febrero, que el océano frente a las costas ecuatorianas continúe en "Condiciones Normales".

El índice atmosférico de precipitación (IAP) y el modelo de transferencia lineal prevén precipitaciones "Normales" para todo el perfil costero y San Cristóbal-Galápagos; mientras que para la cuenca baja del río Guayas y la región norte e interior del Litoral, se prevén precipitaciones "Normales" a "Sobre la Normal".

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

Los indicadores de episodios cálidos o fríos en el Pacífico ecuatorial, tales como el contenido de calor en la capa superficial del océano (0-300m) y la inclinación de la termoclina, reflejan condiciones cercanas a eventos cálidos.

La TSM mantiene anomalías positivas desde junio de 2018, en casi todo el Pacífico, sin embargo desde la mitad de diciembre hasta la fecha se han debilitado. En las regiones El Niño, del Pacífico Central Ecuatorial, las anomalías positivas en la última semana disminuyeron a 0.7 °C en Niño 4, 0.2°C en Niño 3.4, Niño 3 y Niño 1+2. En niveles subsuperficiales (0-300m), el contenido de calor en el Pacífico Central Ecuatorial (180-100°W), mostró anomalías positivas en ascenso, hasta finales de octubre, cuando empezaron a descender hasta diciembre. Durante enero las anomalías se mantuvieron positivas y sin variaciones.



La temperatura del mar en las estaciones costeras del Inocar, mostraron valores cercanos a sus promedios climatológicos, con anomalías positivas inferiores a 1°C. En los perfiles de las estaciones costeras y de Boyas Argo, se observó una disminución en la profundidad de la capa de mezcla, coincidente con lo esperado para la época y asociado a la estacionalidad.

La información del nivel del mar de datos globales y del Inocar mostró anomalía positiva, con excepción de la zona frente a Esmeraldas, donde se observaron anomalías negativas, asociadas a la intensificación de los vientos del Caribe.

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Del 14 al 28 de enero de 2019, la ZCIT tuvo un comportamiento irregular, lo que marcó dos fases: en la primera mitad del periodo, cuando la ZCIT estuvo como banda continua, ancha con incidencia directa en las costas occidentales del centro y sur de Colombia, norte e interior del litoral ecuatoriano y región insular y la segunda mitad, cuando se presentó como una banda delgada y difusa, ubicada entre 2°N y 5°N, con varios núcleos convectivos frente a Colombia.

El alta térmica tuvo incidencia irregular y en interacción con el jet subecuatorial, influyeron sobre el territorio nacional generando mayores afectaciones en la región oriental. A nivel nacional, por la irrupción del jet subecuatorial se generalizaron las precipitaciones derivadas de nubosidad baja y media, lo que inhibió sustancialmente las precipitaciones en gran parte del callejón interandino.

En la primera mitad del período de análisis, del Alta Semipermanente del Pacífico Sur (ASPS) se ubicó ligeramente desplazado hacia el sur con su centro de acción entre 35°S - 40° S y 90°W - 100° W, con un valor máximo de 1035.0 hPa. Para la segunda mitad del periodo, el sistema perdió su configuración y se debilitó por el paso de sistemas de baja presión, por lo tanto su posicionamiento se ubicó hacia el sur e interior de la cuenca del Pacífico.

Las precipitaciones durante la segunda decena de enero de 2019, tanto en el Litoral ecuatoriano como en la Amazonía, los acumulados de lluvia estuvieron por encima de la normal climatológica en la mayoría de estaciones; excepto Pichilingue (Quevedo), Portoviejo y Santo Domingo, donde sus acumulados estuvieron bajo sus promedios decenales; el número de días con lluvias en ambas regiones osciló entre 5 y 10 días. En la región Interandina se registraron acumulados de precipitación por debajo de sus normales, excepto en sitios específicos, donde estuvieron sobre sus promedios; el número de días con lluvia fluctuó entre 1 y 8. La precipitación máxima en 24 horas fue en Macas-aeropuerto con 78.0 mm, el 19 de enero.

La disminución en intensidad de precipitaciones provocaron en la mayor parte del país, un periodo hidrológico seco, en consecuencia los caudales de los ríos estuvieron entre bajo y alrededor de sus valores normales, sin generar avisos ni alertas hidrológicas, con excepción de eventos puntuales de precipitación, los días 19 y 20 de enero, en Quijos DJ Oyacachi y Zamora DJ Sabanilla.

La temperatura media del aire (TA) fue entre normal y sobre la normal en la Costa. En la Sierra la TA se mantuvo alrededor de su valor normal, excepto en estaciones puntuales con anomalías positivas: Inguincho (0.8°C), Tomalón (0.9°C) y Cañar (0.6°C). En la región amazónica



los caudales se presentaron por debajo de su normal decenal, con excepción de la estación de Pastaza-aeropuerto, que registró una anomalía de +1.1°C.

En enero se registraron 176 eventos ligados a época lluviosa. Las provincias con mayor número de eventos fueron Esmeraldas, Los Ríos, Guayas y El Oro, con el 52% a nivel nacional. Los deslizamientos, fue el tipo de evento con mayor recurrencia, con 71 casos, que representa el 40%, seguido de inundaciones, con 36% y colapsos estructurales, 28%.

3. CONDICIONES QUÍMICO-BIOLÓGICAS

Las concentraciones de oxígeno disuelto a nivel superficial en enero fueron menores a las registradas en el mes anterior, la oxiclina se ubicó entre 30 a 40 m en el norte del mar ecuatoriano y 10 a 20 m, en la zona sur. La nutriclina estuvo más profunda en Esmeraldas y Manta (40 m) y superficial en La Libertad y Puerto Bolívar (10 m), sus concentraciones son mayores a las observadas en diciembre 2018.

El fitoplancton se incrementó en Puerto Bolívar y La Libertad, principalmente por el aporte de nitrato y fosfato, mientras que en Esmeraldas y Manta, los nutrientes disminuyeron por la profundización de la nutriclina y termoclina (0 a 40m). La composición correspondió a diatomeas céntricas, caracterizando especies de afloramiento en La Libertad y Puerto Bolívar. El grupo funcional de dinoflagelados (50u) a nivel superficial, evidenció ligera abundancia en La Libertad, Puerto Bolívar y Esmeraldas; en Manta la abundancia fue menor y las especies estuvieron asociadas a aguas cálidas. El zooplancton registró una disminución en su abundancia en relación a los meses anteriores, y el máximo se observó en Puerto Bolívar, con dominancia de copépodos, larvas de decápodos, cladóceros, quetognatos, huevos de peces, entre otros grupos.

Frente a Anconcito, la densidad poblacional del zooplancton superficialmente fue mayor en enero en relación a diciembre 2018, con dominancia de copépodos; mientras que en la columna de agua la densidad decreció. Los sifonóforos y medusas evidenciaron especies asociadas con aguas cálidas, (*Nanomia bijuga*, *S. monoica*, *S. quadrivalvis*, *Sulculeolaria biloba* y *Diphyes dispar*) y con aguas subsuperficiales (*Sarsia cocometra*, y *Liriope tetraphylla*).

4. PERSPECTIVAS

De acuerdo a los pronósticos de organismos internacionales se prevé que en febrero continúen condiciones de un evento cálido en el Pacífico Central Ecuatorial; en tanto que para las costas ecuatorianas se prevé condiciones neutrales, según el índice ICOST.

De mantenerse el actual avance de la onda Kelvin desde el oeste, se espera que en marzo alcance las costas, generando anomalías positivas de la temperatura y del nivel del mar.

Para la primera quincena de febrero se espera:

- En el Litoral, precipitaciones más persistentes, con mayor probabilidad en el norte, centro e interior de la región, con algunos días de fuertes de lluvias, acompañadas de tormentas eléctricas, con la menor intensidad, en el perfil costero. Además, la formación del ramal sur de la ZCIT, ocasionará que los caudales de los ríos se presenten entre normales y sobre la normal, por eventos de lluvias puntuales.

- En la Sierra, precipitaciones dispersas, con mayor probabilidad al centro y sur y menor al norte. Se esperan intensidades entre ligeras a moderadas, sin descartar eventos puntuales de fuerte intensidad y ocasionalmente tormentas eléctricas. Además, se prevén condiciones de inestabilidad provenientes del litoral, que afectará a las estribaciones de la cordillera Occidental. Este régimen de precipitaciones generará caudales normales y bajo lo normal.
- En la Amazonía, las precipitaciones de mayor intensidad se concentrarán al interior de la cuenca amazónica y las de intensidades de ligera a moderada, estarán a lo largo de las estribaciones de la cordillera oriental, sin descartar eventos puntuales considerables, especialmente al centro de la región. Estas condiciones generarán caudales normales, con baja posibilidad de afectaciones a poblaciones vulnerables.
- En la región insular, se esperan precipitaciones aisladas de ligera intensidad, sin descartar eventos puntuales de lluvia de moderada intensidad.

Para febrero, el modelo local de precipitación, IAP, predice condiciones alrededor de “Normales” para el perfil costero y Galápagos y “Sobre la Normal” para el resto del Litoral.

Asimismo los modelos regionales indican que en el sur de la Sierra, Amazonía y región insular, las precipitaciones estén alrededor de sus valores normales; en la Sierra norte y central, condiciones bajo la normal y en la costa interior, sobre la normal (Tabla 1).

Pronóstico de precipitaciones para regiones del Ecuador para Febrero 2019

Lugar Categoría	Región Costa			Región Sierra			Región Amazónica	Región Insular
	Perfil costero	Cuenca del Guayas	Estribaciones de la cordillera	Norte	Centro	Sur		San Cristóbal
Sobre la Normal		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
Normal	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bajo la normal				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			

5. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, el Comité Nacional ERFEN, se reunió en las Instalaciones de la Escuela Superior Politécnica del INOCAR el 30 de enero de 2018, con la participación de delegados del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP), Dirección General de Aviación Civil (DGAC), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), Universidad de la Península de Santa Elena (UPSE), Cruz Roja Ecuatoriana (CRE) y de la ESPOL.

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico y meteorológico apoyado en:



- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas y meteorológicas locales.
- El índice costero ecuatoriano (ICOST), índice multivariado subsuperficial construido en base a variables oceanográficas de la costa ecuatoriana (diez millas costa afuera) de las estaciones de Manta y La Libertad.
- El modelo de transferencia lineal (MTL), donde la predicción de la precipitación está en función del ICOST y el acumulado pluvial de las estaciones meteorológicas ubicadas en el borde costero, su resultado es la categorización de las precipitaciones (Sobre la Normal, Normal, Bajo la Normal).

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales y regionales.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.
- El índice Atmosférico de Precipitación (IAP), basado en modelos de transferencia lineal para la predicción de las precipitaciones en Grupos Pluviométricos de la región Litoral e Insular. El IAP se construye a partir de variables océano atmosférico cuyo resultado es la categorización de las precipitaciones (Sobre la Normal, Normal, Bajo la Normal).

LA DGAC presentó el análisis de variables atmosféricas y de sus estaciones meteorológicas

El INP realizó el análisis de información oceanográfica de perfiles de boyas Argo.

La SNGRE mostró las estadísticas de eventos por época lluviosa y estadísticas de afectaciones para la época.

La UPSE presentó información biológica de la Estación Fija Anconcito.

Cite este boletín como: Comité ERFEN, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 2-2019. www.inocar.mil.ec

Patricio HIDALGO Vargas
Capitán de Navío-EM
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

EPU



BOLETÍN ERFEN No 03-2019

Quito, 14 febrero 2019

COMITÉ ERFEN: Estado vigilante de El Niño y la estación de lluvias en Ecuador
--

El Índice Oceánico de El Niño (ONI), para el trimestre de noviembre a enero 2019, tuvo un valor de 0.8°C , el mismo que es superior por tercer mes consecutivo a 0.5°C , que es el umbral definido para eventos cálidos de El Niño Oscilación del Sur.

Los vientos superficiales del norte se mantienen intensificados y persistentes, especialmente los provenientes del Caribe que llegan hasta el Ecuador geográfico. Este fortalecimiento ha generado un afloramiento en la cuenca de Panamá, con temperatura superficial del mar entre 23°C y 26°C , lo cual es menor en aproximadamente 1.5°C a los valores climatológicos. El desarrollo del ramal sur de la Zona de Convergencia Intertropical entre 3° y 5°S tuvo incidencia en los valores acumulados de precipitación sobre la zona centro y sur de la región Litoral.

En las regiones Litoral y Amazónica las precipitaciones fueron superiores a los valores normales, contrario a lo que ocurre en las regiones Sierra e Insular, donde las precipitaciones fueron menores a los valores esperados.

A nivel nacional se observó mayor ocurrencia de eventos asociados a precipitaciones. Se registraron 47 casos de deslizamientos, que representan el 65% del total de eventos, seguido por las inundaciones (22%). La provincia con mayor número de afectados fue Manabí, con 111 personas.

Se mantienen una probabilidad de 90% de que continúen anomalías positivas de Temperatura Superficial del Mar (TSM), superiores a 0.5°C , en el Pacífico Central Ecuatorial y que en las costas del Ecuador la TSM se conserve sobre los 27°C .

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

El Índice Oceánico de El Niño (ONI), para el trimestre de noviembre a enero 2019, tuvo un valor de $0,8^{\circ}\text{C}$, el mismo que es superior por tercer mes consecutivo a $0,5^{\circ}\text{C}$, que es el umbral definido para eventos cálidos. Por su parte las predicciones del ONI para el siguiente trimestre (diciembre 2018 a febrero 2019) muestran 90% de probabilidad que se mantengan anomalías por sobre $0,5^{\circ}\text{C}$.

En capas subsuperficiales, desde hace dos meses se ha observado un núcleo de anomalías negativas, alrededor de $-1,5^{\circ}\text{C}$, lo que ha inhibido parcialmente el ingreso de aguas cálidas hacia el este, lo que implicó que subsuperficialmente las anomalías positivas se mantengan hasta 110°O .

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) en la región ecuatorial, mantiene anomalías positivas alrededor de $1,5^{\circ}\text{C}$, excepto en el sector oeste de la región Niño 3.4, donde se observaron ligeras anomalías negativas. Frente a las costas de Ecuador y Perú, persisten anomalías positivas de TSM, las cuales fueron observadas también en las estaciones costeras de Ecuador.

El nivel del mar ecuatorial se observó con valores positivos (de su anomalía), hasta 20 cm en el Pacífico Occidental y 10 cm en el Pacífico Oriental. Las anomalías positivas del nivel del mar en el Pacífico Occidental, así como la estructura térmica subsuperficial, son consistentes con el desarrollo de una onda de Kelvin cálida, cuyo arribo se esperaba para la primera mitad del de marzo.

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Entre el 29 de enero y el 11 de febrero de 2019, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) mostró dos ramales. El del norte (1°N y 3°N) estuvo entrecortado y con núcleos convectivos aislados al interior de la cuenca del Pacífico, y puntuales en el interior del litoral de Ecuador y Colombia. Se presentaron precipitaciones entre moderadas a fuertes (en 24 horas precipitó 66.6 mm en La Concordia, 89.9 mm en Portoviejo y 125.2 mm en Santo Domingo). El segundo ramal se activó a finales de enero (3°S y 6°S). A inicios de febrero la incidencia en la zona sur del litoral del Ecuador fue débil, con nubosidad estratiforme; y con actividad convectiva puntual, de moderada intensidad, al finalizar la primera década de febrero. La actividad convectiva profunda fue inhibida por la incidencia del jet subecuatorial en niveles altos.

El Alta Térmica de Bolivia durante el período de análisis tuvo incidencia esporádica sobre el territorio nacional debido a la presencia de una circulación zonal (oeste a este), jet subecuatorial (entre 70 – 100 km/h), proveniente de la cuenca del Pacífico, con masas de escasa humedad relativa (<35%). El alta térmica fue desplazada temporalmente del territorio nacional por



sistemas meso escalares, desde el 30 de enero al 02 de febrero. Actualmente mantiene su incidencia en Ecuador.

El Alta Semipermanente del Pacífico Sur, en los primeros días del mes estuvo desplazado hacia al sur y gradualmente se conformó cuasi zonal, con un núcleo de 1020.0 hPa. Formó una dorsal hacia el noroeste del Pacífico y al este sobre las costas al sur de Chile con anomalías positivas. Su núcleo principal estuvo en 39° Sur y 95° O. Se observaron anomalías negativas al norte de las costas Chile, costas de Perú y levemente al sur del Ecuador. Existe una leve variación en sus anomalías, por su posición, con algunos grados más al sur.

El comportamiento de los sistemas causó que en el Litoral los caudales tengan registros sobre los valores normales. Mientras que para la Sierra los ríos han prevalecido con sus caudales bajo lo normal, con ciertos eventos puntuales de crecidas. Para la amazonia los ríos monitoreados, en especial en la zona sur de la región, mantuvieron sus caudales sobre la normal, y en algunos casos, su caudal sobrepasó el caudal máximo histórico (H0889 Zamora DJ Sabanilla).

La precipitación del 1 al 10 de febrero de 2019 se presentó de la siguiente manera:

- En la región Costa, en general, se registraron precipitaciones sobre la Normal, con la mayor anomalía positiva en la estación Portoviejo. Todas las estaciones de esta región tuvieron un rango de 2 a 10 días con precipitación. La máxima precipitación en 24 horas fue en Santo Domingo-aeropuerto.
- En la región Sierra, se registraron precipitaciones bajo la Normal con excepción de estaciones puntuales como QuerochacaIzobamba, La Argelia-Loja. Casi todas las estaciones registraron un rango de 2 a 9 días con precipitación. La máxima en 24 horas fue en Inguincho.
- Para la región Amazónica para primera década, se registraron precipitaciones por sobre la Normal con excepción de Lago Agrio-aeropuerto. La estación que mayor anomalía positiva presentó, fue El Puyo, donde también ocurrió la máxima precipitación en 24 horas. Todas las estaciones registraron de 9 a 10 días con precipitación.
- En la región insular, se registraron precipitaciones bajo la Normal en la estación San Cristóbal, donde se observaron 2 días con precipitación.

Desde el 1 hasta el 13 de febrero, se han registraron 72 eventos hidrológicos peligrosos en total. Las provincias con mayor número de casos fueron Zamora Chinchipe, Manabí y Morona Santiago. Los eventos que más ocurrieron a nivel nacional fueron los deslizamientos con 47 sucesos, que representan el 65% del total, seguido por las inundaciones (22%). La provincia con mayor número de afectados fue Manabí, con 111 personas, principalmente por deslizamientos, inundaciones, hundimientos y socavamientos.

3. PERSPECTIVAS

Las predicciones del ONI muestran 90% de probabilidad de que se mantenga anomalías sobre 0.5°C, relacionadas con un evento cálido, al finalizar febrero. En la costa continental del Ecuador la TSM tiende a mantenerse sobre los 27°C.

Las predicciones de precipitación hasta finales de Febrero del 2019:

- En la región Litoral: Lluvias persistentes se desarrollarán con mayor posibilidad al centro, sur e interior, donde, en algunos días, se esperan fuertes eventos, con mayor probabilidad de ocurrencia al finalizar febrero. Hacia el norte y el perfil costanero norte, las lluvias podrían ser menos frecuentes y presentar menor intensidad. Este régimen ocasionará que los caudales se presenten con valores normales y sobre la normal. En el borde costero las precipitaciones serán sobre lo normal.
- Región Interandina: Precipitaciones ocasionales con mayor probabilidad al centro y sur; y menos frecuentes al norte de la región. Se espera intensidades entre ligeras a moderadas, sin descartar eventos puntuales de fuerte intensidad y ocasionalmente tormentas eléctricas.
- Región Amazónica.- Las precipitaciones se concentrarán con mayor probabilidad y mayor intensidad al sur y este, con intensidades de ligera a moderada; y en menor intensidad al norte y a lo largo de las estribaciones de la cordillera oriental, sin descartar eventos puntuales más considerables especialmente al centro de la región.
- Región Insular.- Precipitaciones de ligera a moderada intensidad. No se descartan eventos fuertes pero puntuales especialmente hacia el oeste del archipiélago (Isla Isabela).

Las predicciones de precipitación para el trimestre febrero-abril 2019:

- En la región Costa, precipitación sobre la normal.
- En la región Sierra, precipitación alrededor de los valores normales en el centro y sur y, bajo la normal en el norte de la región.
- En la región amazónica, precipitación en valores normales.
- En la región Insular, precipitación alrededor de los valores normales.



INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y de eventos hidrometeorológicos, los miembros del Comité Nacional para el estudio regional del fenómeno El Niño (ERFEN), se reunieron en el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, en Quito, el 14 de febrero de 2019. Asistieron delegados de las siguientes instituciones: Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP), Dirección General de Aviación Civil (DGAC), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) y de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Además, participaron representantes de la Cruz Roja Ecuatoriana (CRE) y Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico y meteorológico apoyado en:

- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas y meteorológicas locales.

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales, regionales y modelos numéricos de predicción.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.

LA DGAC presentó el análisis de variables atmosféricas y de sus estaciones meteorológicas.

El INP realizó el análisis de información oceanográfica de perfiles de boyas Argo.

La SNGRE mostró las estadísticas de eventos por época lluviosa y estadísticas de afectaciones para la época.

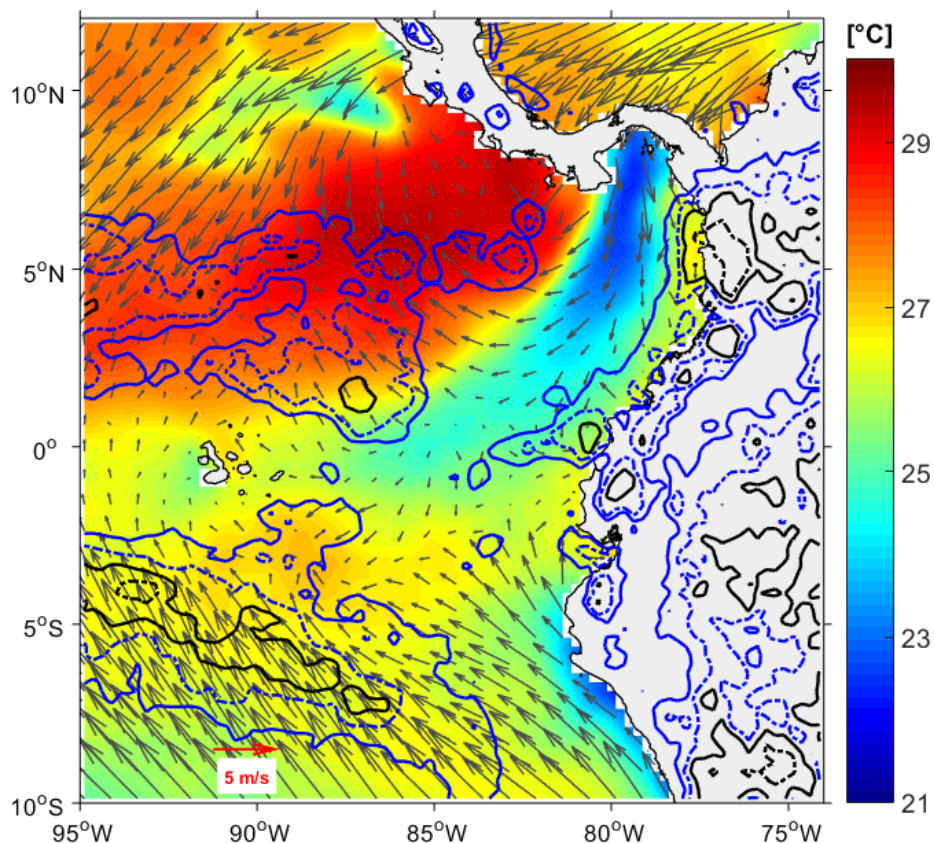
La ESPOL utilizó información global y regional, principalmente de NOAA y AVISO (Altimetría).

Cite este boletín como: Comité ERFEN, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 3-2019. www.inocar.mil.ec

Patricio HIDALGO Vargas
Capitán de Navío-EM
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

BOLETÍN ERFEN No 04-2019

Guayaquil, 28 febrero 2019

COMITÉ ERFEN: Vigilancia por la presencia de El Niño y la estación de lluvias en Ecuador

Promedio de temperatura superficial del mar y viento superficial y acumulado de precipitación. Los colores representan la temperatura, los vectores el viento y los contornos las precipitaciones: línea azul continua (20 mm), línea azul punteada (50 mm), línea negra continua (100 mm) y línea negra punteada (200 mm). Periodo de análisis 15 -23 febrero 2019.

En el Pacífico Central Ecuatorial, específicamente en la región Niño 3.4, la Temperatura Superficial del Mar continúa con anomalías positivas desde noviembre de 2018, lo que es congruente con el desarrollo de un El Niño débil. En la región Niño 1+2, la anomalías, aunque positivas, disminuyeron (0.2°C); mientras que en las costas ecuatorianas, la señal de El Niño, se ha visto reflejada en las anomalías positivas de temperatura, aproximadamente de 1°C, en la columna de agua hasta 100 m, de los perfiles de las estaciones 10 millas costa afuera.

En promedio la temperatura superficial del mar (TSM), mostró su distribución típica, con valores que aumentan de sur a norte; sin embargo en la cuenca de Panamá, se observaron sectores con TSM (23-25°C) inferiores al mar adyacente, o afloramientos, producto de la presencia del Jet de Panamá, que en estos meses hace su aparición. Asimismo se observó la región del afloramiento frente a la costa norte de Perú, con valores de 22°C y 23°C.



La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) mostró sus dos ramales, los eventos de precipitación más fuertes en el litoral ecuatoriano se registraron entre el 22 y 24 de febrero de 2019, debido a la incidencia directa del ramal sur de la ZCIT, al patrón divergente en niveles altos de la tropósfera y a las ondas tropicales. Los mayores acumulados de precipitación en 24 horas se registraron en: La Maná y La Concordia con 154.5 mm y 117.5 mm, respectivamente. Durante febrero, se registraron 185 eventos peligrosos asociados a la época lluviosa.

Las variables químicas y biológicas (2-8 febrero), evidenciaron incremento del fitoplancton cuantitativo en Esmeraldas, relacionado con el aumento de los nutrientes (nitrato y fosfato). En Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, se observó una ligera disminución de fitoplancton y nutrientes a nivel superficial; mientras que después de 20 m, se registró un incremento. La mayor concentración de clorofila “a”, se encontró en La Libertad de 0 a 50 m. Los dinoflagelados (red 50 μ) a nivel superficial, se incrementaron en las cuatro estaciones. Posteriormente, el 22 y 23 de febrero, el fitoplancton mostró abundancia en Salinas y Puerto López, con especies de condiciones propias de la época. El Ictioplancton fue abundante en huevos de Macarela. En cuanto a las capturas de peces pelágicos pequeños (PPP), la especie dominante fue la botella. La distribución de las capturas de PPP, fue mayor en la zona del golfo exterior y alrededor de la Puntilla de Santa Elena.

Los modelos locales indican que para marzo el océano frente a las costas ecuatorianas presentará “Condiciones Frías” y que las precipitaciones en el perfil costero ecuatoriano, serán ligeramente “Bajo La Normal. Por su parte los modelos probabilísticos regionales y globales indican que las precipitaciones tendrán valores alrededor de sus normales para todo el territorio continental, excepto en la sierra norte, donde se esperan precipitaciones bajo la normal.

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

El Pacífico Ecuatorial mostró anomalías positivas y negativas de TSM. En la última semana, en la región Niño 3.4 prevalecieron anomalías positivas (0.7°C), mientras en la región Niño 1+2 el último registro fue 0.2°C .

Actualmente la diferencia del nivel del mar entre el Pacífico Occidental y Oriental es de 30 cm (mayor en Indonesia), valor que es menor al normal y que es consecuente con el desarrollo de El Niño débil. La anomalía del nivel del mar en el Pacífico Oriental estuvo entre 0 y 5 cm, la cual podría incrementarse en el siguiente mes, por el arribo de la onda de Kelvin. Respecto a condiciones locales del nivel del mar, en Esmeraldas y Baltra se observaron anomalías positivas (10 cm) y en Santa Cruz y La Libertad, valores cercanos a la normal.

Sobre el Pacífico Tropical Oriental (cuenca de Panamá), resaltan anomalías negativas tanto de TSM (-2°C) como de NMM (-10 cm) producto de la intensificación del jet de Panamá. La región del afloramiento costero en Perú mantiene valores entre 22 y 23°C , los cuales son anómalos en -0.5°C .

En el monitoreo 10 millas costa afuera, efectuado entre el 4-11 de febrero, la TSM fue cercana a 26°C , la termoclina se presentó más superficial que en meses anteriores y la temperatura a partir de los 40 m tendió a disminuir. Los cambios en TSM, estructura de termoclina y temperatura subsuperficial son de acuerdo a la época; sin embargo toda la estructura mostró anomalías positivas en el orden de 1°C . Mientras que en el monitoreo del 22 y 23 de febrero, sobre los 30 m, las estructuras de temperatura reflejaron condiciones neutrales con una capa de mezcla de menor espesor ($\sim 5\text{m}$), lo que se relaciona con la disminución de los vientos a partir del 15 de febrero. Estas condiciones se vieron moduladas también por la fase fría de la onda de Kelvin, observada en las últimas semanas.

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La ZCIT se presentó con dos ramales o bandas, la del norte, entre 1° y 6° N, estuvo entrecortada por un eje dorsal a partir de 90°W con núcleos convectivos aislados frente a las costas de Colombia y norte de la región Litoral del Ecuador. Mientras tanto, el ramal sur, entre 1° y 5°S , tuvo mayor incidencia en las costas centro y sur del litoral ecuatoriano, con intensificaciones del 17 al 19 y del 22 al 24 de febrero. Esta condición, sumada al patrón divergente en niveles altos de la tropósfera y a las ondas tropicales, permitió la formación de núcleos de convección profunda, que ocasionaron precipitaciones como las del 22 de febrero en La Maná (154.5 mm) y La Concordia (117.5 mm). A partir del 25 de febrero el ramal Sur estuvo alejado de las costas norte de Perú y sur de Ecuador.

El alta térmica de Bolivia, en promedio estuvo desplazada hacia al sur de Perú; mientras que el jet subecuatorial, presente del 12 al 17 de febrero sobre el Ecuador, inhibió procesos de convección profunda en el territorio continental. Se observaron varios eventos de precipitación en la región Amazónica e Interandina y en ocasiones las precipitaciones se fortalecieron en la región litoral. Los eventos más considerables de precipitación, acompañados ocasionalmente de tormentas eléctricas, se presentaron el 23 y 24 de febrero del 2019, existiendo un incremento en el registro de precipitaciones con mayor énfasis en la región interandina y litoral ecuatoriano.



A partir del día 17 de febrero, la Oscilación de Madden Julian (MJO) transitó en la fase 8 siendo su señal más fuerte el 22 y 23 de febrero, propagándose el 24 a la fase 1. El acoplamiento de la MJO, sumado a los procesos de convergencia en los niveles bajos de la troposfera y el cambio de circulación del viento en altura favorecieron eventos de precipitación en la mayoría del territorio continental (con mayor incidencia en la región Litoral e Interandina) generando amplias zonas de inestabilidad.

El Alta Semipermanente del Pacífico Sur se mostró desplazado hacia el sur y con dos núcleos. El núcleo menos intenso (~1019 hPa), estuvo en 42° S y 148° O y el núcleo más intenso (~1020.0 hPa), con forma cuasi meridional, se ubicó en 39° S y 92° O y formó una dorsal hacia el noroeste del Pacífico y al sureste sobre las costas sur de Chile con anomalías positivas. Existe una leve variación, con respecto a la normal climatológica, en lo que corresponde a la posición, pues estaba algunos grados más al sur y con menor intensidad. Este posicionamiento permitió el la persistencia del ramal sur del ZCIT al sur del Ecuador.

Las precipitaciones ocurridas en la región litoral han evidenciado caudales que están sobre los valores normales para la época, generando varios eventos de aviso y alertas hidrológicos. En la Sierra, los caudales de los ríos han estado por debajo de la normal, con ciertos eventos puntuales de crecidas. Para la amazonia los ríos monitoreados, en especial en la zona sur de la región, han mantenido sus caudales con valores normales para la época.

En la costa en la primera década de febrero, se registraron precipitaciones sobre la Normal, y la mayor anomalía positiva se presentó en Portoviejo. En el número de días con precipitación para la región todas las estaciones registran en un rango de 2 a 10 días. Adicionalmente, la máxima precipitación en 24 horas fue en Sto. Domingo-aeropuerto. Para la segunda década, gran parte de las estaciones registraron precipitaciones sobre la Normal, con excepción de algunas estaciones como Esmeraldas y Portoviejo. Todas las estaciones registran en un rango de 3 a 9 días de lluvias. La máxima precipitación en 24 horas se registró en Pichilingue.

En la Sierra para la primera década, se registraron precipitaciones bajo la Normal, con excepción de estaciones puntuales como Querochaca, Izobamba, La Argelia Loja. Casi todas las estaciones registraron de 2 a 9 días con precipitación, con la máxima precipitación en 24 horas, en Inguincho. En la segunda década se registraron precipitaciones bajo la Normal, con 1 a 6 días de precipitaciones. La máxima precipitación en 24 horas la registró la estación Izobamba.

En la Amazonia, en la primera década, se registraron precipitaciones sobre la Normal con excepción de la estación Lago Agrio aeropuerto. La estación de mayor anomalía positiva fue El Puyo. El número de días con precipitación fue de 9 a 10 días. En la segunda década todas las estaciones registraron precipitaciones bajo la Normal y el número de días con precipitación fue de 5 a 10 días. La máxima precipitación en 24 horas en las dos décadas, se registró en la estación el Puyo

En la primera década se registraron precipitaciones bajo la Normal en la estación San Cristóbal con dos días de precipitación. En la segunda década, la precipitación fue bajo la Normal para la estación con 3 días de precipitación.

Para la primera década en la región Costa, se registraron temperaturas medias de aire sobre la Normal, con excepción de Guayaquil-aeropuerto. La mayor anomalía positiva fue en Puerto Ila. En la segunda década se registran temperaturas medias sobre la Normal. La mayor anomalía positiva registra la estación Pichilingue.

En la Sierra primera década, se registraron temperaturas medias sobre la Normal. En la segunda década en general se registran temperaturas medias sobre la Normal a excepción de la estación La Toma Catamayo. La mayor anomalía positiva en ambas décadas fue en Tomalón.

Para la región amazónica primera década, se registraron temperaturas medias bajo la Normal con excepción de la estación Pastaza aeropuerto. La mayor anomalía negativa fue en la estación El Coca-aeropuerto. En la segunda década en general se registran temperaturas medias sobre la Normal con excepción de las estaciones El Coca aeropuerto y Nuevo Rocafuerte.

En la primera década se registra temperaturas medias sobre la Normal en la estación San Cristóbal. Para la segunda década se registran temperaturas medias sobre la Normal en la estación San Cristóbal.

Durante febrero, se han registrado un total de 185 eventos ligados a precipitaciones. La mayor cantidad de impactos se han dado en las provincias: El Oro, Manabí, Zamora Chinchipe, Guayas, Los Ríos, Loja y Pichincha con un 73% de ocurrencia aproximadamente en el país.

CONDICIONES QUÍMICO- BIOLÓGICAS

Los resultados (febrero/2019), presentaron concentraciones de oxígeno disuelto a nivel superficial menores a 5,5 ml/L en todas las estaciones (INOCAR); en Esmeraldas la oxiclina se evidenció a 10 y 20 m, ligeramente más profundizada en Manta, La Libertad y Puerto Bolívar entre los 20 a 30 m. Por debajo de los oxiclina se registró un máximo de 4,77 ml/l (Manta) y mínimo de 1,44 ml/L (Puerto Bolívar), condiciones normales para la época.

El fitoplancton cuantitativo se incrementó en Esmeraldas en la columna de agua, relacionados con el aumento de los nutrientes (nitrato fosfato), mientras que en Manta, La Libertad y Puerto Bolívar registró ligera disminución a nivel superficial con incremento a nivel subsuperficial. En La Libertad registró mayor concentración de clorofila *a* desde el estrato superficial hasta los 50 m de profundidad con concentraciones entre 0.97-3.38 mg/m³. Las máximas densidades del fitoplancton en los 4 sitios se relacionaron con la posición de la nutriclina (nitrato y fosfato) y clorofila (in.situ), compuestos por diatomeas, dinoflagelados y el ciliado *Mesodinium rubrum*.

En relación a los dinoflagelados (red 50m) a nivel superficial, se incrementaron en los 4 sitios, con mayor densidad en Esmeraldas, Puerto Bolívar y La Libertad; *Ceratium furca*, *C. dens*, *Protoperidinium quarnerense*, y *Prorocentrum micans*, fueron las especies más representativas. En febrero (22 y 23) en estaciones fijas Salinas y Puerto López, se evidenció menor fitoplancton en relación a febrero 2018, con abundancia de dinoflagelados *Pyrophacus steinii*, *Ceratium furca* y la diatomea *Pseudosolenia calcar avis*; en Puerto López dominó *Rhizosolenia hebetata*, especies cosmopolitas, cálidas y oceánicas.

El segundo nivel trófico (zooplancton) registró mayor abundancia en Manta a nivel superficial, representado por radiolarios, seguido de copépodos, quetognatos, cladóceros, apendicularios, entre otros



grupos. En la primera quincena de febrero dominaron especies de copépodos en Manta y La Libertad dominaron las especies de aguas cálidas oceánicas y costeras, evidenciando a *Canthocalanus pauper*, *Eucalanus sp.*, *Labidocera sp.* y *Temora sp.* Durante la segunda quincena de febrero 2019 en Salinas y Anconcito, la abundancia y diversidad del zooplancton fue baja con relación a enero 2019. La composición de especies indica mezcla de fauna de aguas tropicales, aguas frías y nutritivas en la superficie y en la columna de agua, entre los foraminíferos planctónicos: *Globigerina bulloides*, *Globoquadrina dutertrei* y *Hastigerina pelágica.*, entre los sifonóforos: *Sulculeolaria quadrivalvis* y *S. chuni.*, medusas: *Sarsia cocometra* de carácter oceánico.

En la semana del 22 al 23 de febrero, (Puerto López – Salinas), se observó la presencia de una masa de agua de elevada concentración de elementos nutritivos, oxígeno disuelto (6,0 ml/L) y elevada producción primaria, desencadenó intensos procesos de consumo, predación y productividad del sistema, condiciones atípicas en la estación húmeda

Estas condiciones reflejaron ser óptimas para el desove (en especial de pelágicos menores), coherente con la presencia de huevos y larvas como *Macarela (Scomber japonicus)* y *Botella (Auxis sp)* coincidente con la abundancia de esta última especie en los desembarques frente a las costas ecuatorianas.

3. PERSPECTIVAS

A partir del Índice Costero se prevé para marzo que el océano frente a las costas ecuatorianas esté en “Condiciones Frías”.

Se prevé para el mes de marzo, que las precipitaciones en el perfil costero ecuatoriano estén ligeramente “Bajo La Normal.

Según el análisis de las salidas de los modelos climáticos globales y regionales, las perspectivas para el próximo mes y el trimestre (marzo, abril y mayo) son para la región costa, región sierra (centro y sur), región amazónica y región Insular sus precipitaciones están alrededor de sus valores normales, mientras que en región sierra (norte) las precipitación están bajo la normal.

Se espera continúe el aumento de productividad asociada a la fertilidad del océano y un incremento en la diversidad.



INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y de eventos hidrometeorológicos, los miembros del Comité Nacional para el estudio regional del fenómeno El Niño (ERFEN), se reunieron en el Instituto Oceanográfico de la Armada, en Guayaquil, el 27 de febrero de 2019. Asistieron delegados de las siguientes instituciones: Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP), Dirección General de Aviación Civil (DGAC), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) y de la Universidad de la Península de Santa Elena (UPSE). Además, participó un representante de la Cruz Roja Ecuatoriana (CRE).

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico y meteorológico apoyado en:

- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas y meteorológicas locales.

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales, regionales y modelos numéricos de predicción.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.

LA DGAC presentó el análisis de variables atmosféricas y de sus estaciones meteorológicas.

El INP realizó el análisis de información oceanográfica de perfiles de boyas Argo.

La SNGRE mostró las estadísticas de eventos por época lluviosa y estadísticas de afectaciones para la época.

La ESPOL utilizó información global y regional, principalmente de NOAA y AVISO (Altimetría).

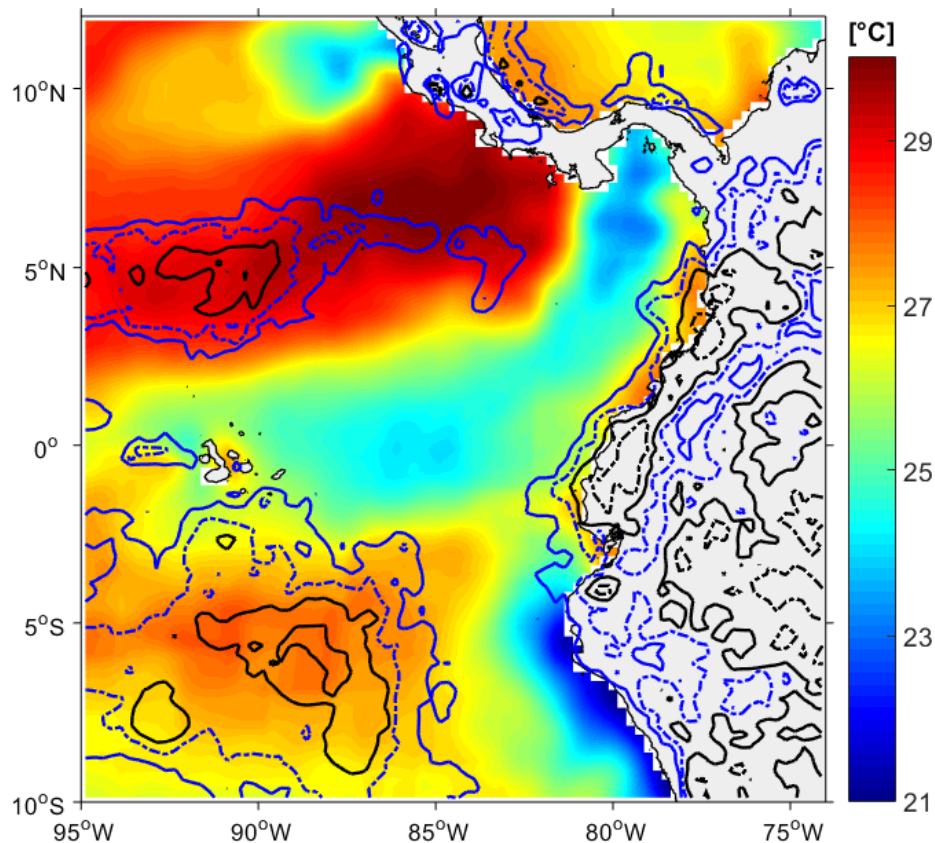
Cite este boletín como: Comité ERFEN, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 4-2019. www.inocar.mil.ec

Patricio HIDALGO Vargas
Capitán de Navío-EM
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

EPU

BOLETÍN ERFEN No 05-2019

Guayaquil, 15 marzo 2019

COMITÉ ERFEN: Vigilante por la presencia de El Niño y la estación de lluvias en Ecuador

Promedio de Temperatura Superficial del Mar y acumulado de precipitación. Los colores representan la temperatura y los contornos las precipitaciones: línea azul continua (20 mm), línea azul punteada (50 mm), línea negra continua (100 mm) y línea negra punteada (200 mm). Periodo de análisis 1 -12 marzo 2019. Fuente: TSM, NOAA High-resolution Blended Analysis-Daily Mean; Precipitación, NASA, disc2.gesdisc.eosdis.nasa.gov

Desde el tercer trimestre de 2018, se desarrolla, en el Pacífico ecuatorial, un evento El Niño entre débil a moderado, que se refleja en anomalías positivas de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) y el Nivel Medio del Mar (NNM), especialmente en el Pacífico central, mientras en la parte oriental del Pacífico ecuatorial, región Niño 1+2, la anomalías de TSM, aunque positivas, han disminuido (0.2°C). El índice oceánico “ONI”, indicador de eventos ENOS, durante los últimos cuatro meses se ha mantenido positivo, por encima del umbral de un evento cálido.

Hasta enero, no se observó en los indicadores atmosféricos, comportamientos asociados a El Niño-fase cálida; sin embargo a fines de febrero e inicios de marzo, los vientos alisios del sureste disminuyeron y las precipitaciones aumentaron en el oeste del Pacífico ecuatorial, lo que es característico del acoplamiento océano-atmosférico durante estos eventos. El indicador IOS (Índice de Oscilación del Sur) mostró un cambio de tendencia desde valores positivos a normales (diciembre-enero), hasta valores negativos en el último mes de monitoreo (-1.4), relacionado con un evento El Niño.

En el mar ecuatoriano, la señal del evento El Niño es leve, la TSM y el NMM, mantienen anomalías positivas ligeras, asociadas a condiciones neutrales o a eventos El Niño débiles.

Respecto a la generación de lluvias durante este último mes en el Ecuador continental, los sistemas que han influido, han sido la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la Alta de Bolivia y el Alta Semipermanente del Pacífico Sur (ASPS), los cuales han favorecido el transporte de humedad y procesos de convección profunda.

Los sistemas que influyeron en la ocurrencia de precipitaciones, en los últimos días de análisis, en la zona centro y sur del Ecuador continental fueron: el ramal sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT); la Alta Térmica de Bolivia, que contribuyó con el transporte de humedad proveniente de la Amazonía y la Alta Semipermanente del Pacífico Sur (ASPS), con tendencia variable de aumento y debilitamiento de la intensidad de los vientos a causa de la fluctuación en la ubicación de su núcleo.

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

La TSM mar en el Pacífico Ecuatorial mantiene anomalías positivas a excepción de la región de la cuenca de Panamá, que presenta anomalías negativas. Los valores diarios de anomalía de la TSM en la región Niño 3.4 mantienen una tendencia a incrementarse (0.8°C), mientras que en la región Niño 1+2 tienden a disminuir y actualmente, son ligeramente negativos (-0.8°C).

En el Pacífico Ecuatorial Oriental, las anomalías del nivel del mar aún se encuentran con valores cercanos a las normales (observados en estaciones mareográficas), producto del paso de una onda de Kelvin fría en fechas precedentes. En las siguientes semanas se esperaría que esta tendencia cambie (hacia valores positivos de nivel del mar y de la anomalía de TSM) con el arribo de una onda de Kelvin cálida que actualmente mantiene valores positivos en el Pacífico Central (0.15 cm).

El indicador de condiciones El Niño, ONI, en el trimestre Dic-Ene-Feb tiene un valor de 0.8°C y actualmente es el cuarto periodo con anomalías superiores a 0.5°C . En la costa del Ecuador se mantienen anomalías positivas de TSM cercanas a 0.5°C .

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La ZCIT, se observó bien definida hasta 105°O , y luego hacia el este se bifurcó en dos ramales. El ramal norte, ubicado entre 0° y 6°N , entrecortado, con nubosidad estratiforme y núcleos convectivos de ligera a moderada intensidad, con incidencia en las costas sur de Costa Rica. El ramal Sur, activo y entrecortado, se situó entre 2° y 8°S . La humedad, el incremento de la TSM y el viento en los diferentes niveles de la tropósfera apoyaron a la convergencia diurna y la formación de núcleos de convección profunda en la región Litoral.

Respecto al Alta térmica de Bolivia, el núcleo de este sistema, se localizó aproximadamente entre 15°S y 70°O , desplazada ligeramente hacia el oeste de su posición climatológica normal. Durante los primeros días del mes se configuró zonalmente y elongada, extendiéndose desde el sur de Perú-Bolivia hacia los estados centrales de Brasil. Este patrón de circulación favoreció la convección profunda organizada sobre la cuenca amazónica y un patrón divergente en altura sobre la región noreste de Perú y en todo el Ecuador, donde se formaron varios sistemas convectivos.

Ambos sistemas, la ZCIT y el Alta térmica de Bolivia, ocasionaron precipitaciones de fuertes intensidades entre el 6 y 7 de marzo, especialmente en el norte y centro de la región Litoral: La Concordia, 133.0 mm; Santo Domingo de Los Tsáchilas, 89.4 mm; Puerto Ila, 88.9 mm; La Maná, 82.6 mm; Pichilingue, 82.0 mm y Manta, 98.0 mm, donde se superó en un solo día el valor de la normal de marzo (94.1 mm).

En la Amazonía se observó la incidencia de un jet del noreste en niveles bajos (850 hPa) en los primeros días de marzo. Las precipitaciones registradas sobre la Amazonía ecuatoriana, se concentraron en el sector centro y sur con intensidades entre ligeras y moderadas. En los días siguientes se observó el debilitamiento paulatino del jet de niveles bajos, lo cual favoreció a la generación de algunos procesos convectivos profundos, con la presencia de precipitaciones desde la noche hasta las primeras horas de la mañana. Debido a procesos de calentamiento diurno se presentaron algunas lluvias de fuerte intensidad acompañadas de tormentas eléctricas en distintas localidades de la Amazonía ecuatoriana. Desde el 11 de marzo, se observó una disminución considerable de humedad en los distintos niveles de la tropósfera, lo cual incidió en el déficit de precipitaciones en esta región.

El sistema de la Alta Semi Permanente del Pacífico Sur, se desplazó ligeramente hacia las costas de Chile, lo que dio lugar a que se compriman las isóbaras, dando como resultado una intensificación de vientos que transportaron grandes cantidad de vapor de agua, lo que contribuyó a la convergencia de los vientos alisios y procesos de convección profunda, que incidieron especialmente en la costa de Manabí con fuertes precipitaciones.

En lo que concierne al territorio nacional, el patrón de la oscilación Madden Julian (OMJ) en lo que va de marzo, ha sido de tipo subsidente, especialmente entre el 5 y el 10 del mismo mes, pero su efecto en el comportamiento de las precipitaciones ha sido notorio, solo a partir del 8 de marzo. Después del 10 de marzo la subsidencia se ha vuelto cada vez menos notoria y el OMJ está en una etapa neutral (OMJ ya no tiene señal).

Entre el 1 al 10 de marzo se observó la siguiente distribución de la precipitación:

- En la región Costa se registraron precipitaciones sobre la Normal, con excepción de estaciones puntuales como Esmeraldas, Guayaquil-aeropuerto, Santa Rosa, La Libertad y Puerto Bolívar. En la estación La Concordia se registró la máxima precipitación en 24 horas.
- En la región Sierra, se registraron precipitaciones bajo la Normal con excepción de estaciones puntuales como Quito-Inamhi, La Tola e Izobamba. En la estación La Tola, se registró la máxima precipitación en 24 horas.
- En las regiones Amazónica e Insular, en general se registran precipitaciones bajo la Normal con excepción de las estaciones El Coca-aeropuerto y Nueva Rocafuerte. En la estación El Puyo se registró la máxima precipitación en 24 horas.

Las precipitaciones ocurridas durante el período de análisis dieron lugar a que los caudales estén sobre la normal en los ríos monitoreados en toda la región Costa, generando varios eventos de aviso y alerta. Especialmente en las demarcaciones de Esmeraldas, Guayas y Manabí. En la Sierra los caudales de los ríos se mantuvieron con valores dentro de lo normal. En la Amazonia se presentaron caudales normales para la época.

3. PERSPECTIVAS

El arribo de una onda de Kelvin cálida hacia las costas continentales, en los próximos días de marzo, contribuirá al incremento moderado de anomalías de Temperatura Superficial del Mar en la región Niño 1+2, lo cual es consistente con la salida de los modelos globales para esta región. Asimismo se espera que el nivel del mar mantenga anomalías positivas en esta región y en las estaciones mareográficas locales.

Las tendencias de precipitación del 15 al 29 de marzo de 2019 son:

- En la región Litoral, en la primera semana del pronóstico, se desarrollarán lluvias frecuentes de intensidad variable por las noches y madrugadas, con mayor énfasis hacia el interior. Para la segunda semana, se prevé una intensificación de las precipitaciones, especialmente en la zona centro y sur, con posibilidad de eventos fuertes en algunas localidades de las zonas mencionada. Este régimen ocasionará que los caudales se presenten sobre la normal para la época, especialmente en la demarcación hidrográfica del Guayas.
- En la región Interandina, las precipitaciones serán de ligera a moderada intensidad, se presentarán con mayor frecuencia respecto a los días anteriores, con menor incidencia en el centro de la región. No se descartan eventos fuertes con mayor probabilidad en la cordillera Occidental y en la provincia de Pichincha. Este régimen de precipitaciones generarán caudales normales para la época.
- En la región Amazónica, para la primera semana del pronóstico, se esperan precipitaciones frecuentes de variable intensidad. Para la segunda semana, se prevé una leve disminución de las lluvias. Con este comportamiento atmosférico se prevé que los caudales estén alrededor de sus valores normales. No se descarta la ocurrencia de eventos puntuales de precipitación que puedan ocasionar crecidas repentinas en los ríos de la región.
- En la región Insular, se esperan algunas precipitaciones ocasionales de ligera intensidad, pero prevalecerán condiciones estabilidad atmosférica.

El Modelo de Transferencia Lineal (MTL) para precipitaciones locales y la Herramienta de Predicción Climática (CPT, siglas en inglés) pronostican hasta finales de marzo, que las condiciones de precipitación para el perfil costero y norte del litoral, estén “Bajo la normal”. El CPT pronostica para el centro y sur del Litoral y para la región interandina del norte y sur, condiciones “Sobre la normal”; mientras que para las regiones interandina-centro y amazónica, condiciones “Alrededor de su normal”. Estos pronósticos concuerdan con el análisis dinámico de la atmósfera.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y de eventos hidrometeorológicos, los miembros del Comité Nacional para el estudio regional del fenómeno El Niño (ERFEN), se reunieron en la Dirección General de Aviación Civil, en Guayaquil, el 15 de marzo de 2019. Asistieron delegados de las siguientes instituciones: Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP), Dirección General de Aviación Civil (DGAC), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) y Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Además, participó un representante de la Cruz Roja Ecuatoriana (CRE).



El INOCAR presentó el análisis oceanográfico y meteorológico apoyado en:

- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas y meteorológicas locales.

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales, regionales y modelos numéricos de predicción.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.

LA DGAC presentó el análisis de variables atmosféricas y de sus estaciones meteorológicas.

El INP realizó el análisis de información oceanográfica de perfiles de boyas Argo.

La SNGRE mostró las estadísticas de eventos por época lluviosa y estadísticas de afectaciones para la época.

La ESPOL utilizó información global y regional, principalmente de NOAA y AVISO (Altimetría).

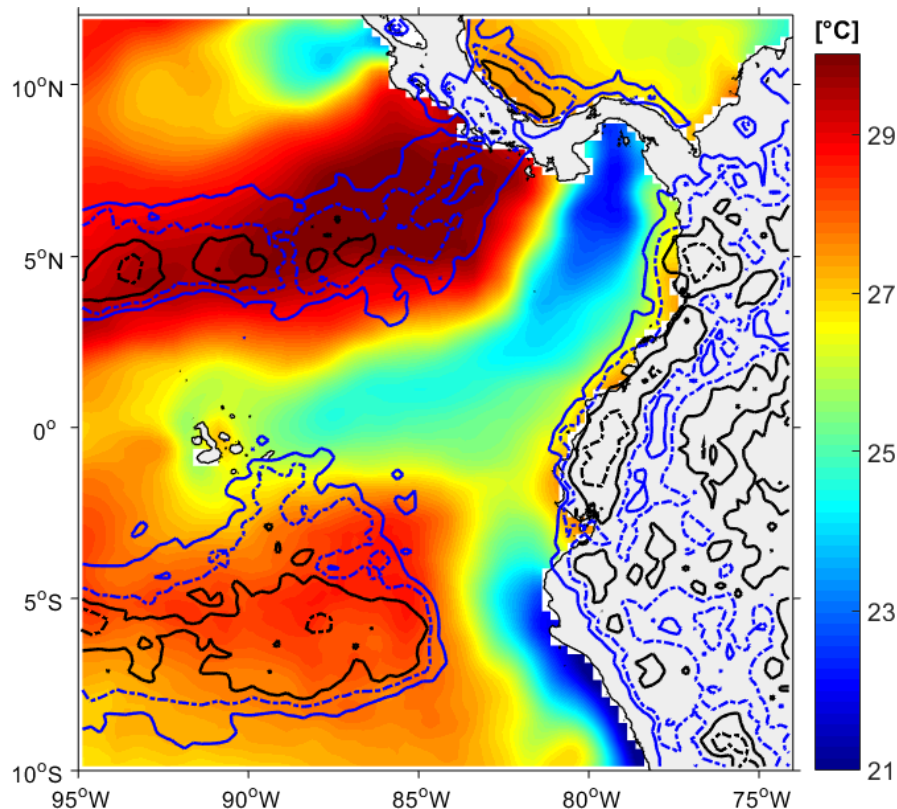
Cite este boletín como: Comité ERFEN, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 5-2019. www.inocar.mil.ec

Patricio HIDALGO Vargas
Capitán de Navío-EM
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

EPU

BOLETÍN ERFEN No 06-2019

Guayaquil, 29 marzo 2019

COMITÉ ERFEN: Estado vigilante por El Niño y las precipitaciones en Ecuador

Promedio de Temperatura Superficial del Mar y acumulado de precipitación. Los colores representan la temperatura y los contornos las precipitaciones: línea azul continua (20 mm), línea azul punteada (50 mm), línea negra continua (100 mm) y línea negra punteada (200 mm). Periodo de análisis 16 -26 marzo 2019. Fuente: TSM, NOAA High-resolution Blended Analysis-Daily Mean; Precipitación, NASA, disc2.gesdisc.eosdis.nasa.gov.

La temperatura superficial del mar (TSM), en el Pacífico Ecuatorial, continúa con valores superiores a su promedio climatológico, especialmente en el centro (regiones Niño 3.4 y Niño 3). En el lado oriental (región Niño 1+2 y norte del Ecuador geográfico), junto al borde continental, se observaron afloramientos o aguas de menor TSM que su entorno. Esto ocasionó la presencia de anomalías de TSM negativas al norte de 1°N, frente a las costas de Panamá, las cuales fueron el resultado de la influencia de los vientos superficiales provenientes del Caribe; asimismo ocurrió en el sur, donde las anomalías negativas fueron producidas por el fortalecimiento de la componente meridional de los vientos alisios del sureste.

Las estaciones monitoreadas a 10 millas de la costa registraron anomalías de TSM ligeramente positivas, con un incremento aproximadamente hasta 10 m de profundidad. Por debajo de esta profundidad Manta y Esmeraldas mostraron anomalías negativas subsuperficialmente. Las condiciones de TSM en el borde costero, registradas durante el crucero oceanográfico realizado en el mismo mes, mostraron TSM mayores a 26°C, con la termoclina sobre 30 m.

En la segunda quincena de marzo, el Ecuador continental, sobretodo en la región Litoral, presentó un régimen de precipitaciones frecuentes, las cuales se desarrollaron fuertes e intensas, con tormentas eléctricas y ráfagas de viento. Los sistemas atmosféricos y factores que influyeron en la generación de lluvias fueron: El ramal sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), el Alta Térmica de Bolivia por la ventilación de divergencia en altura, las condiciones cálidas de TSM en el borde costero y los procesos termodinámicos locales.

El comportamiento pluviométrico ocasionó valores de caudal sobre la normal hidrológica, por lo que se superaron los umbrales de advertencia y peligro en gran parte de la región litoral. La mayor afectación ocurrió en las demarcaciones de Guayas y Manabí. A nivel nacional, se registraron 357 eventos peligrosos hidrometeorológicos, de los cuales, el 76%, se registraron en Manabí, Guayas, Pichincha, Loja, El Oro y Los Ríos.

En las estaciones 10 millas costa afuera, entre 0 y 10 m, se registró un incremento de fitoplancton y zooplancton, con especies principalmente de aguas cálidas, asociadas al aumento de los nutrientes. A nivel subsuperficial los nutrientes se distribuyeron de manera homogénea y de mayor concentración, evidenciado con la presencia de larvas de peces y especies planctónicas propias de agua de mezcla.

En marzo los indicadores de El Niño, el ONI (índice Oceánico de El Niño) y el IOS (índice de Oscilación Sur), se mantuvieron dentro de los umbrales de un evento cálido. Por su parte los modelos globales, para el trimestre marzo-abril-mayo, indican probabilidad de 90% de condiciones El Niño; mientras que los modelos locales prevén condiciones oceanográficas normales para abril.

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

En la zona de monitoreo El Niño, región 3.4, las anomalías se mantuvieron positivas y mayores a 0.5 °C. En la región Niño 1+2, la TSM ha sido variable, inclusive disminuyó más de 2 °C en un par de días, lo que ocasionó que la anomalía positiva disminuya e inclusive se vuelva negativa en ese período.

El esfuerzo del viento del sureste, mostró anomalías de las componentes zonal y meridional del viento, provocando que se inhiba la formación del frente ecuatorial y el afloramiento ecuatorial o lengua de agua fría.

Desde inicios de enero, el contenido de calor disminuyó lo que asociado a un núcleo predominante de vientos del oeste, ocasionó anomalías débiles positivas del nivel del mar entre 110°O y 80°O. En las últimas semanas se observó una reducción de la parcela de anomalías positivas del Nivel Medio del Mar (NMM) en el Océano Pacífico Central; mientras que en las costas occidentales y orientales, las anomalías negativas se debilitaron. La red mareográfica registró en la última semana de marzo una disminución en el nivel del mar en las todas las estaciones de monitoreo, pero manteniendo aún sus anomalías positivas.

El monitoreo de 10 millas evidencia el aumento de la TSM en las cuatro estaciones y la termoclina más superficial que en los 3 meses anteriores. Las anomalías superficiales en las cuatro estaciones, son positivas y cercanas a la normal. Conforme se profundiza, hasta 10 m, estas aumentan hasta 4°C en el golfo y 2°C en Esmeraldas, A mayor profundidad las anomalías positivas tienden a disminuir. Solo Esmeraldas y Manta presentaron anomalías negativas después de los 15 m de profundidad.

Durante el periodo del crucero hidroacústico ejecutado por el Instituto Nacional de Pesca, del 6 al 23 de marzo, que cubrió desde la frontera con Perú hasta Pedernales (0.10° S), se observaron TSM más cálidas, entre 25.5°C y 28.9°C, en comparación con el mes anterior, siendo más cálidas desde 2.6° S hacia el norte. Se registró un nivel de Z20, máximo de 30 m en las estaciones monitoreadas, así como una capa de mezcla con un espesor máximo de 15 m.

La salinidad se ha incrementado a nivel superficial en las estaciones a excepción de Puerto Bolívar. Se puede atribuir la disminución de salinidad en la capa superficial a la descarga de los ríos en el golfo de Guayaquil. Salvo Esmeraldas, los perfiles de salinidad tienen comportamiento atípico en la capa superficial de 40 m. De igual manera la haloclina es más superficial que en meses anteriores, comportamiento que se observó en todas las estaciones.

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La ZCIT presentó dos ramales, el ramal norte, ubicado en promedio, entre 3° y 6° N, incidió en las costas de Panamá y occidente de Colombia; el ramal sur, entre 3° y 6° S, generó un aporte considerable de alto contenido de humedad hacia Ecuador, lo que sumado a las condiciones cálidas de TSM, provocaron episodios de convección profunda, con lluvias de moderada a fuerte intensidad en el Litoral, con mayor énfasis hacia el interior.

El Alta Térmica de Bolivia se configuró de manera zonal y elongada, con el núcleo situado entre 16°S y 45°O, al sureste de Brasil (donde permanece a la fecha). Esto ha contribuido al desplazamiento de una dorsal hacia Brasil, Bolivia y Perú, con la que ingresó un alto contenido de humedad y ventilación divergente hacia nuestro país y aportó a la formación de nubosidad convectiva y precipitaciones de ligera a fuerte intensidad, con tormentas eléctricas. El 18, 21 y 22 de marzo se registraron las precipitaciones más intensas.

El Alta Semipermanente del Pacífico Sur (ASPS), se ubicó zonalmente, estuvo conformada por dos núcleos de acción, con 1025.0 hPa. El núcleo principal se localizó en 35° S y 90° O, incidiendo con su eje de dorsal a Chile y el centro-sur del Perú, sin afectar al territorio nacional. El núcleo secundario estuvo desplazado hacia la línea de cambio de fecha. Se observaron anomalías positivas entre 3 y 6 hPa, con respecto a la normal, frente a las costas de Chile.

Las diferentes Ondas Troposféricas Tropicales han tenido escasa actividad asociadas en su mayoría a una fase subsidente, como en el caso de la Oscilación de Madden-Julian (OMJ), por lo que no ha tenido mayor repercusión sobre los eventos de precipitación que se han desarrollado en el Ecuador continental durante el actual periodo de análisis.

En relación al comportamiento hidrológico, del 15 al 26 de marzo, se evidenciaron caudales sobre la normal en toda la región Costa, generando varios avisos de umbrales de advertencia y peligro, especialmente en las demarcaciones de Esmeraldas, Guayas, Manabí y al sur de esta región, en Jubones y Puyango. En la Sierra, los caudales se mantuvieron alrededor de sus valores normales. En la Amazonia se presentaron caudales normales para la época con eventos puntuales, especialmente al sur de la región.

Del análisis climatológico (1 al 28 de marzo), para precipitaciones, se deduce lo siguiente:

- En la región Litoral, las precipitaciones acumuladas estuvieron en el rango “Bajo la normal” en el perfil costero y región insular, excepto Manta, donde superó el rango normal; mientras en el resto de la región, las precipitaciones se categorizaron como “Normal” y en el norte interior, “Sobre la normal”.

- En las regiones Interandina y Amazónica, las precipitaciones acumuladas estuvieron entre el rango “Normal” y “Bajo la Normal”.

La temperatura del aire se distribuyó de la siguiente manera:

- En las regiones Litoral e Interandina la temperatura media del aire estuvo sobre sus normales en gran parte de localidades. En la región Amazónica, primera década, la temperatura media fue bajo la normal, excepto en Pastaza-aeropuerto y Macas-aeropuerto; mientras que en la segunda década, la temperatura media fue sobre la normal, excepto en Pastaza-aeropuerto.
- La estación San Cristóbal registró una temperatura media sobre la normal en la primera década y bajo la normal en la segunda.

Durante marzo se han registrado un total de 357 eventos por época lluviosa. Las provincias que presentaron un mayor número de ocurrencias fueron son: Manabí, Guayas, Pichincha, Loja, El Oro y Los Ríos, las que sumaron el 76% de eventos. Las inundaciones fueron el tipo de evento con mayor recurrencia a nivel nacional, con el 45% del total.

3. CONDICIONES BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS

El oxígeno disuelto a nivel superficial presentó concentraciones mayores a 4,5 ml/L en las estaciones de Esmeraldas, Manta y Puerto Bolívar, no así en La Libertad donde se registró una concentración de 4,36 ml/l, lo cual es coincidente con la menor densidad de fitoplancton en la Libertad. La oxiclina se ubicó entre 20 y 30 metros, siendo más superficial de lo registrado en el mes anterior. La isoclinea de 2,5 ml/l se mostró a 25 m en Esmeraldas, profundizándose hasta 30 m en Manta, La Libertad y Puerto Bolívar. El contenido de oxígeno disuelto por debajo de la oxiclina registro un máximo de 2,57 ml/L y un mínimo de 1,77 ml/L (Puerto Bolívar).

Superficialmente se presentaron concentraciones ligeramente similares al mes anterior, con concentraciones menores a 2,5 µg-at/L (nitrato) y 0,5 µg-at/L (fosfato) en las estaciones de Esmeraldas, Manta y Puerto Bolívar hasta 10 m, lo cual se relacionó con el incremento del fitoplancton cuantitativo. La abundancia de dinoflagelados (red 50m) a nivel superficial, se incrementó en Esmeraldas, Manta y Puerto Bolívar y disminuyó en La Libertad. La nutriclina se mostró entre 10 y 20 metros en toda el área de estudio, subsuperficialmente se presentaron aguas más nutritivas en todos los sitios de muestreo, con concentraciones desde 11,21 a 22,35 µg-at/L (nitrato) y 1,22 a 2,86 µg-at/l (fosfato).

El zooplancton en toda la columna, fue abundante en Esmeraldas, Manta y La Libertad en relación al mes anterior, con dominancia de copépodos, cladóceros, lamelibranquio, huevos de peces, entre otros grupos. En La Libertad y Manta, se registró una mezcla de copépodos estuarinos y oceánicos, relacionado a la presencia de *Eucalanus pileatus*, *Canthocalanus pauper*, *Centropages furcatus*, que fueron los más abundantes y son típicas de zonas tropicales y subtropicales. Fue notable la abundancia de medusas en Puerto Bolívar.

La composición de foraminíferos planctónicos en aguas superficiales indicó predominio de especies propias de aguas tropicales en La Libertad, (>90% de *Globigerina aequilateralis*) y de hábitat costero - tropical y aguas oceánicas frías-nutritivas en Manta (40% *Globigerinoides ruber* y 40% *Globigerina bulloides*). Se encontró desove de scombridos (huevos de macarela y botellita) y presencia de larvas de mojarras y carángidos en Manta. En la columna de agua predominaron especies asociadas a la mezcla vertical de las aguas (> 60-90% de *Hastigerina pelágica*) tanto en Manta como La Libertad. Entre las larvas de peces encontradas en aguas subsuperficiales de La Libertad predominaron larvas de peces linterna.

4. PERSPECTIVAS

Para abril se espera el arribo de una onda de Kelvin de fase cálida en las costas de Sudamérica, cuyo efecto sobre la TSM, se verá disminuida por la presencia del afloramiento costero del Perú, lo cual incidirá para que la temperatura del mar, en el borde costero ecuatoriano, registre valores cercanos a los normales para la época.

El índice multivariado subsuperficial (ICOST), prevé para Abril/2019 que el océano frente a las costas ecuatorianas se encuentre en “Condiciones Normales”.

Se espera el incremento de especies planctónicas propias de la época y consecuentemente mayor disponibilidad de alimentos.

Las tendencias de precipitaciones para el período del 27 de marzo al 10 de abril de 2019 son:

- En la región Litoral, en la primera semana del pronóstico, las lluvias se presentarán con intensidad variable, con énfasis en el interior norte de la región; mientras que en el perfil costero las precipitaciones serán menos frecuentes. En la segunda semana las precipitaciones continuarán, con probabilidad de episodios puntuales fuertes. Los caudales se mantendrán entre normales y sobre la normal, especialmente en Esmeraldas, Manabí, Los Ríos y Guayas.
- En la región Interandina las precipitaciones se presentarán con mayor frecuencia, con intensidades de ligeras a moderadas, posiblemente acompañadas de tormentas eléctricas, especialmente al norte, sur y en localidades de las estribaciones de la cordillera occidental. No se descartan eventos puntuales fuertes, y la caída de granizo y ráfagas ocasionales de viento. Con estas condiciones, los caudales serán normales para la época.
- En la región Amazónica, para los primeros días de abril, se prevé un incremento de las precipitaciones, las cuales estarán acompañadas de tormentas eléctricas. Este comportamiento de lluvias generará caudales normales y bajo lo normal, sin descartar eventos puntuales de precipitación que puedan ocasionar crecidas en los ríos de la región.
- En la región Insular, para la primera década de abril, es probable que en algunos días existan precipitaciones ligeras y ocasionalmente de mayor intensidad.

La tendencia climatológica de precipitación para abril es:

- En la región Litoral las lluvias tienden a disminuir, sobre todo en el centro y sur de la región; mientras que al norte e interior tendrían intensidad considerable. Los acumulados de precipitación serán normales en la mayoría de localidades del interior; sin embargo en el perfil costero, el Modelo de Transferencia Lineal prevé condiciones Bajo la normal.
- En la región Interandina las lluvias aumentarían en frecuencia e intensidad en la zona norte y centro. Las lluvias oscilarían entre valores normales y bajo las normales.
- En la región Amazónica se presentarían valores de lluvia más altos en relación a marzo, con acumulados mensuales entre normal y bajo la normal
- En la región Insular los valores de lluvias serían normales.

Los modelos globales y regionales prevén las siguientes condiciones de precipitación para el trimestre comprendido entre abril, mayo y junio:

- En la región Litoral, precipitaciones en el rango normal y sobre la normal.
- En la región Interandina, precipitaciones bajo sus rangos normales en el norte y entre normales y sobre la normal para el centro y sur de la región.
- En las regiones Amazónica e Insular, precipitaciones entre el rango normal y sobre la normal.



INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y de eventos hidrometeorológicos, los miembros del Comité Nacional para el estudio regional del fenómeno El Niño (ERFEN), se reunieron en el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos del Ecuador, en Samborondón, el 29 de marzo de 2019. Asistieron delegados de las siguientes instituciones: Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP), Dirección General de Aviación Civil (DGAC) y Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE). Además, participaron representantes de la Cruz Roja Ecuatoriana (CRE) y del Ministerio de Agricultura.

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico y meteorológico apoyado en:

- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas y meteorológicas locales.

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales, regionales y modelos numéricos de predicción.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.

LA DGAC presentó el análisis de variables atmosféricas y de sus estaciones meteorológicas.

El INP realizó el análisis de información oceanográfica de un crucero oceanográfico.

La SNGRE mostró las estadísticas de eventos por época lluviosa y estadísticas de afectaciones para la época.

Cite este boletín como: Comité ERFEN, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 6-2019. www.inocar.mil.ec

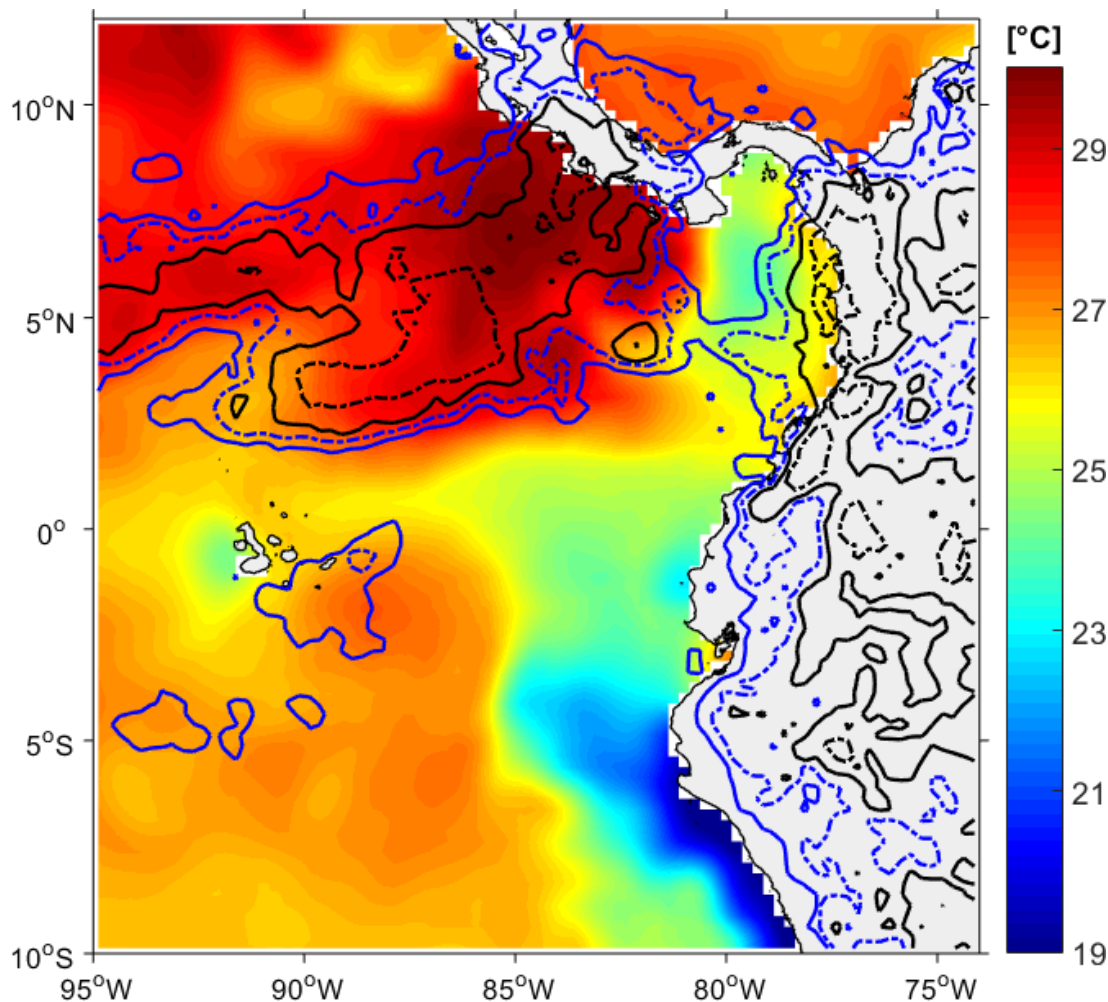
Patricio HIDALGO Vargas
Capitán de Navío-EM
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

EPU

BOLETÍN ERFEN No 07-2019

Guayaquil, 16 abril 2019

COMITÉ ERFEN: Observación de la tendencia de disminución de las precipitaciones en el Litoral



Promedio de Temperatura Superficial del Mar y acumulado de precipitación. Los colores representan la temperatura y los contornos las precipitaciones: línea azul continua (20 mm), línea azul punteada (50 mm), línea negra continua (100 mm) y línea negra punteada (200 mm). Periodo de análisis 1 -14 abril 2019. Fuente: TSM, NOAA High-resolution Blended Analysis-Daily Mean; Precipitación, NASA, disc2.gesdisc.eosdis.nasa.gov.

Las condiciones de Temperatura Superficial del Mar (TSM) y Nivel medio del mar (NMM) en el Pacífico Ecuatorial Central (región Niño 3.4), corresponden a un evento El Niño débil. Prevalcieron anomalías positivas de TSM, mayores a 0.8°C , excepto frente al borde costero, donde la TSM mostró anomalías negativas. Asimismo, en el NMM, se registraron valores sobre el promedio climatológico. Desde el punto de vista atmosférico, el acoplamiento océano-atmósfera, ha sido limitado al Pacífico Occidental, donde se evidenciaron anomalías de los vientos zonales del oeste, y un Índice de Oscilación del Sur, entre negativo y neutral, ambos característicos de un Niño débil.

En la costa ecuatoriana, la TSM se mantuvo en condiciones cercanas a valores neutrales, e inclusive menores a sus promedios (Niño 1+2), apoyado en el fortalecimiento de los vientos del

sureste y norte. El NMM en las estaciones mareográficas locales estuvo, aproximadamente 10 cm, sobre sus valores promedio.

Durante la primera quincena de abril de 2019, el Ecuador continental, sobre todo en la región Litoral, registró precipitaciones de intensidad débil; mientras que en la zona interior norte y sur del Litoral se registraron precipitaciones ocasionalmente fuertes con tormentas eléctricas y ráfagas de viento. El sistema atmosférico y factores termodinámicos que influyeron en la generación de lluvias en la Región Insular fue la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT); mientras que en las zonas interiores del Litoral fueron la Alta Térmica de Bolivia sumado a los procesos termodinámicos locales.

En la costa se registraron caudales entre normal y bajo lo normal, con excepción de la demarcación de Puyango, donde se generaron avisos y alertas por crecidas durante dos días de la primera semana de abril. En la Sierra los caudales se mantuvieron dentro de lo normal. En la Amazonia, en la demarcación de Santiago, existieron eventos puntuales de crecidas causadas por precipitaciones. En el resto de la región los caudales estuvieron dentro del valor normal.

En superficie el fitoplancton fue abundante en Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, con dominancia de diatomeas céntricas, indicando aguas productivas. Los dinoflagelados se incrementaron en Esmeraldas y La Libertad con especies asociadas a aguas cálidas. El registro del zooplancton, específicamente de las especies de sifonóforos y medusas, en Anconcito, evidenció especies relacionadas con aguas superficiales tropicales oceánicas.

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

Un evento ENOS, de características cálidas, se desarrolla en el Pacífico Central, donde persisten anomalías positivas de TSM, con tendencia a disminuir. En el Pacífico Oriental, frente al borde costero continental, la TSM presentó valores por debajo de sus promedios climatológicos, por efecto del jet de Panamá y del fortalecimiento de los Alisios del sureste. En el mar ecuatoriano (región Niño 1+2), el último valor de la anomalía de TSM (ATSM) semanal fue de 0.1°C , mientras que en el Pacífico central (Niño 3.4), la ATSM fue de 0.9°C .

A partir de febrero/2019, se observó la propagación de una onda de Kelvin, la cual causó el hundimiento de la termoclina (isoterma de 20°C), elevación del nivel del mar, y generación de anomalías positivas de TSM a su paso por el Pacífico central. Sin embargo, a su arribo a las costas ecuatorianas, su efecto se vio disminuido por los procesos indicados anteriormente (jet de Panamá y Alisios del sureste). El nivel del mar en el Pacífico Oriental (altimetría, estaciones mareográficas) registraron anomalías positivas de 10 cm, con un efecto débil en la profundización de la termoclina (anomalías positivas de 25-30 m, estaciones de Manta y La Libertad).

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La ZCIT mantuvo dos ramales, el ramal norte se ubicó en promedio entre 7°N y 8°N . El ramal sur, actuó con mayor frecuencia entre 3°S y 6°S , limitada hasta 110°O , debido a la presencia intensificada de los vientos Alisios del sureste, lo cual permitió el ingreso de una masa de aire frío seco (estabilidad atmosférica) a lo largo perfil costero.

El Alta Térmica de Bolivia, en promedio mantuvo su núcleo en 14°S y 58°O , al suroeste de Brasil, lo cual permitió el ingreso constante de alto contenido de humedad y advección de divergencia en altura en los primeros días de abril. Esto originó que se presenten lluvias considerables principalmente en la región Amazónica y Callejón Interandino. En la segunda

semana del 8 al 13 de abril migró hacia el este, lo que influyó en las condiciones estables observadas en gran parte del territorio nacional, aunque se registraron eventos de precipitación, pero solo de forma puntual.

Las diferentes Ondas Troposféricas Tropicales al encontrarse en fase subsidente sobre el territorio nacional, como es el caso de la Oscilación de Madden-Julian (OMJ), no tuvieron mayor repercusión sobre los eventos de precipitación.

Del 1 al 15 de abril marzo se registraron 105 eventos por época lluviosa. Las provincias con mayor número de casos de este tipo fueron: Pichincha (15), Morona Santiago (12), Tungurahua (9), Chimborazo (8), El Oro (7), Imbabura (7) y Loja (7), lo que suman el 62% de ocurrencia de este tipo de eventos en el país.

CONDICIONES BIOLÓGICAS

El fitoplancton cuantitativo evidenció incremento a nivel superficial en Puerto Bolívar (0-10m) y Manta (0 m), mientras que el fitoplancton superficial colectado con red de 50 μ evidenció abundancia frente a Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, con dominancia de diatomeas céntricas, indicando aguas muy productivas. Las especies de dinoflagelados se incrementaron en Esmeraldas y La Libertad asociadas a la presencia de aguas cálidas y oceánicas.

En el zooplancton, en Anconcito, los sifonóforos a 10 y 5 millas costa afuera, a nivel superficial, registraron especies de aguas tropicales representadas por *Diphyes dispar*, *S. biloba*, *S. quadrivalvis* y *S. chuni*, especies subsuperficiales como *Muggiaea atlantica* y *M. kochi*; mientras *Enneagonum hyalinum* (5 millas) y *Rosacea plicata* (10 millas) son de características oceánicas.

Las medusas a nivel vertical registraron mezcla de especies de aguas tropicales de carácter oceánico (*Cunina globosa*, *C. frugífera* y *Rhopalonema velatum*) y *Liriope tetraphylla* asociadas para aguas subsuperficiales.

3. PERSPECTIVAS

En el Pacífico oriental, se esperan temperaturas cercanas a los valores promedio; en contraste con lo esperado en el Pacífico Central, donde continuaría un ligero calentamiento, producto del evento cálido ENSO en desarrollo. El índice multivariado subsuperficial (ICOST), que determina condiciones oceanográficas para el océano frente a las costas ecuatorianas, prevé "Condiciones Normales".

De acuerdo al análisis, termodinámico y del modelo local (Modelo de Transferencia Lineal), el pronóstico del tiempo del 16 al 30 de abril es el siguiente:

- En la región Litoral, hasta el 21/22 de abril, se presentarán precipitaciones de intensidad variable, localmente fuertes (>50 mm/día) y ocasionalmente con eventos puntuales muy fuertes (>100 mm/día), concentradas en la zona norte e interior. En la segunda semana de pronóstico (después del 22-23), la disminución de precipitaciones será generalizada, de tipo esporádico, exceptuando el norte e interior de la región, donde las intensidades serán entre ligeras y moderadas. En el perfil costero las lluvias serán ocasionales (en su mayoría débiles) y se categorizarán "Bajo la Normal". Este régimen de precipitaciones ocasionará que los caudales de los ríos se presenten normales y bajo la normal.



- En la región Interandina, las precipitaciones se presentarán con mayor frecuencia, con intensidades entre ligeras a moderadas, que podrían estar acompañadas de tormentas eléctricas, sobre todo en el norte, sur y localidades situadas hacia estribaciones de la cordillera occidental. No se descartan eventos puntuales de fuerte intensidad con tormentas eléctricas, y también es probable la caída de granizo y algunas ráfagas ocasionales de viento. Este régimen de precipitaciones generará caudales normales para la época.
- En la región Amazónica, las precipitaciones estarán entre ligeras y moderadas con probabilidad de lluvias baja en la zona sur (Zamora y Morona), media en el centro y alta en la zona norte (Sucumbíos, Napo, Orellana). Estas condiciones favorecerán caudales normales y bajo lo normal, sin descartar eventos puntuales de precipitación que puedan ocasionar crecidas en los ríos de la parte sur de la región.
- En la región Insular se registrarán lloviznas dispersas, con intensidad entre ligera y ocasionalmente moderada, especialmente hasta el 23-24 del mes.



• INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y de eventos hidrometeorológicos, los miembros del Comité Nacional para el estudio regional del fenómeno El Niño (ERFEN), se reunieron en la Universidad de la Península de Santa Elena (UPSE), el 16 de abril de 2019. Asistieron delegados de las siguientes instituciones: Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Escuela Superior Politécnica del Litoral y Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE). Además, participó una representante de la Cruz Roja Ecuatoriana (CRE).

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico, meteorológico y biológico apoyado en:

- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas y meteorológicas locales.

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales, regionales y modelos numéricos de predicción.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.

La ESPOL presentó el análisis de variables oceánicas y atmosféricas obtenidas de fuentes satelitales.

La UPSE analizó y explicó sobre las características del zooplancton, realizados en las estaciones a 5 y 10 millas costa afuera, frente a Anconcito.

La SNGRE mostró las estadísticas de eventos por época lluviosa y estadísticas de afectaciones para la época.

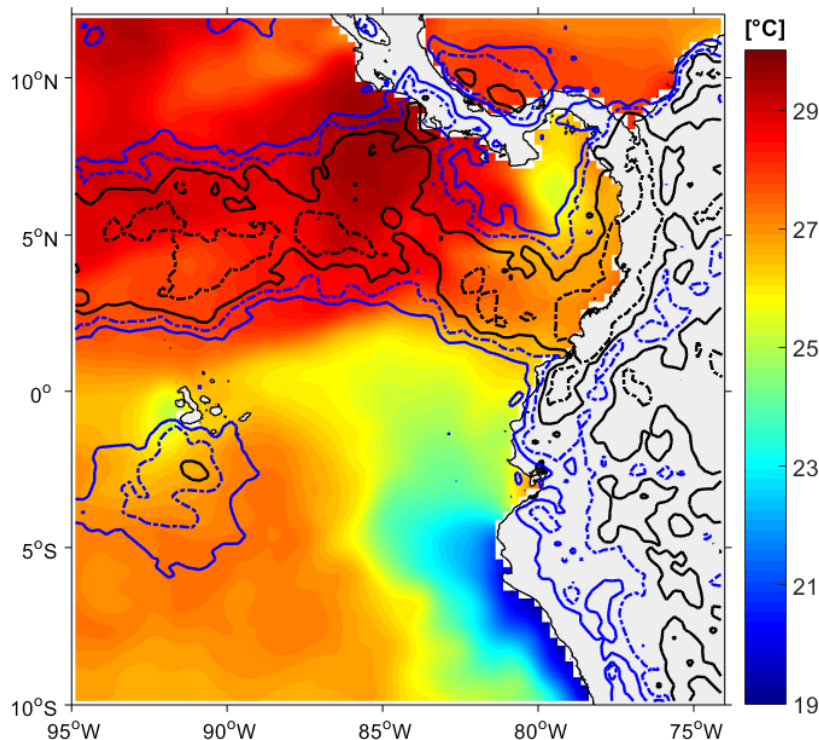
Cite este boletín como: Comité ERFEN, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 7-2019. www.inocar.mil.ec

Patricio HIDALGO Vargas
Capitán de Navío-EM
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

EPU

BOLETÍN ERFEN No 08-2019

Guayaquil, 30 abril 2019

COMITÉ ERFEN: En estado de observación de condiciones océano atmosféricas

Promedio de Temperatura Superficial del Mar y acumulado de precipitación. Los colores representan la temperatura y los contornos las precipitaciones: línea azul continua (20 mm), línea azul punteada (50 mm), línea negra continua (100 mm) y línea negra punteada (200 mm). Periodo de análisis 16 -30 de abril 2019. Fuente: TSM, NOAA High-resolution Blended Analysis-Daily Mean; Precipitación, NASA, disc2.gesdisc.eosdis.nasa.gov.

En el Pacífico Central ecuatorial prevalecen condiciones de Temperatura Superficial del Mar (TSM) y Nivel medio del mar (NMM) sobre su promedio climatológico, lo que se asocia con el desarrollo de un evento El Niño de magnitud débil-moderada. En la región oriental (Niño 1+2) las condiciones estuvieron entre neutrales y ligeramente por debajo de la normal.

En las estaciones de monitoreo local ubicadas a 10 millas costa afuera, se observó durante la segunda quincena de abril, una capa de mezcla con un espesor promedio de 20 m. La profundidad de la isoterma de 20°C (Z20) se incrementó hasta 40 m aproximadamente, condiciones relativamente neutrales.

La mayor concentración de oxígeno disuelto se presentó en Puerto Bolívar hasta 30 m, coincidiendo con la mayor producción del fitoplancton (0-10 m). La menor concentración de oxígeno se presentó en Manta en toda la columna de agua. El nitrato y fosfato presentaron un agotamiento en los primeros 30 m en Esmeraldas y Puerto Bolívar, coincidente con la abundancia de diatomeas. En el grupo del zooplancton, en Esmeraldas se presentó la mayor abundancia de copépodos, lo que evidencia aguas productivas a nivel de plancton.

Los sistemas atmosféricos que estimularon las precipitaciones en Ecuador fueron el ramal norte de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), el Alta Térmica de Bolivia, las perturbaciones amazónicas, la variabilidad tropical, y los procesos termodinámicos locales.

Los episodios de lluvias en Ecuador fueron más frecuentes en la zona interior de la región Litoral, en la Amazonía, y de manera dispersa en el callejón Interandino (ocasional caída de granizo). Se registraron algunos eventos de fuerte intensidad acompañados de tormentas eléctricas en el Ecuador continental.

Durante abril se registraron un total de 196 eventos adversos por época lluviosa, principalmente en las provincias de Pichincha (34), Morona Santiago (21), Loja (16), Chimborazo (12), Los Ríos (12), El Oro (10) y Tungurahua (10). Estas 7 provincias sumaron el 59% de ocurrencia de este tipo de eventos en el país.

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

El índice ONI (Oceánico de El Niño), indicador de eventos ENOS, completó en mayo el quinto mes con promedio trimestral de anomalía de TSM (ATSM) positiva mayor a 0.5°C , estableciendo formalmente un evento ENOS cálido en el Pacífico Central. Asimismo el índice SOI (Oscilación del Sur) que mide la diferencia de presiones entre el Pacífico sudeste (Tahiti) y el continente insular indonesio (Darwin), mantuvo anomalías negativas asociadas al desarrollo de El Niño (-7).

En las últimas semanas a lo largo del Pacífico ecuatorial han persistido ATSM positivas, que se han extendido hacia la parte oriental del Pacífico. Este comportamiento se refleja en las regiones de estudio de El Niño (Niño 4, Niño 3.4 y Niño 3), donde las anomalías de TSM fueron positivas y en promedio mayores a 0.5°C , contrario a lo observado en la región Niño 1+2, donde la ATSM osciló entre valores neutrales (0°C y 0.3°C). El debilitamiento del jet de Panamá (vientos norte superficiales, supresión del afloramiento en el Golfo de Panamá), incidió para que se establezcan ATSM positivas de alrededor de 0.8°C entre Galápagos y la costa ecuatoriana.

La onda de Kelvin de hundimiento (cálida) arribó al continente durante la primera quincena de abril, reflejándose en anomalías positivas del nivel del mar (hasta 10 cm) y la profundización de la isoterma de 20°C (60m). A partir de la segunda quincena se observó la superficialización de dicha isoterma a niveles normales ($\sim 40\text{m}$). Esto se evidenció en los registros locales del NMM y en los perfiles de temperatura de las estaciones 10 millas costa afuera.

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

En el Pacífico Oriental, el eje de la primera banda de la ZCIT, en promedio, se ubicó en 5°N , con oscilaciones comprendidas entre 1°N y 7°N . En los primeros días del período de análisis, las mayores precipitaciones ocasionadas por la ZCIT se registraron en Panamá y costas occidentales de Colombia. En las Islas Galápagos, se dieron ocasionales desprendimientos de humedad de la ZCIT provocaron en este periodo, lluvias entre ligeras y ocasionalmente moderadas.

El Alta Térmica de Bolivia, presentó en promedio su núcleo en 14°S y 58°O (suroeste de Brasil). En los primeros días del periodo se encontró bien definida y su centro se localizó sobre Bolivia lo cual permitió el ingreso constante de alto contenido de humedad y ventilación divergente en altura hacia nuestro país, esto originó que en los primeros días de abril existan lluvias considerables, principalmente en la Amazonía y Callejón Interandino. A partir del 4 de abril, su dorsal fue elongándose y desplazándose hacia al sureste de Brasil disminuyendo poco a poco el ingreso de humedad hacia el Ecuador debido al alejamiento del sistema.

El ASPS tuvo un comportamiento muy dinámico; en los primeros días de análisis, su núcleo estuvo ubicado frente a las costas sur de Chile, entre 42°S y 45°S (posición anómala hacia el sur) y entre 110°O y 114°O , con un valor promedio de 1027 hPa, mientras que un sistema de baja presión se observó cerca de la costa central chilena.

En abril, en la región Litoral, las precipitaciones acumuladas estuvieron en el rango entre “Bajo la normal” en su mayoría y “Normal” en el interior norte; mientras en la región insular, en San Cristóbal, los valores acumulados superaron las “Normales”. En las regiones Interandina y Amazónica, las precipitaciones en su mayoría estuvieron en el rango “Normal”, excepto estaciones puntuales en el centro de ambas regiones, donde estuvieron “Sobre la Normal”.

3. CONDICIONES BIOLÓGICO-QUÍMICAS

El oxígeno disuelto superficialmente presentó concentraciones entre 4.09 ml/l (Manta) y 5.50 ml/l (Puerto Bolívar). La oxiclina no se presentó bien definida en las estaciones de Manta y La Libertad y entre 20 y 30 m en las estaciones de Esmeraldas y Puerto Bolívar. El contenido de oxígeno disuelto por debajo de la oxiclina presentó valores entre 4.53 ml/l (Esmeraldas) y 1.24 ml/l (Puerto Bolívar).

Concentraciones inferiores a 2.5 $\mu\text{g-at/l}$ del ion nitrato y 0.25 $\mu\text{g-at/l}$ de fosfato, se observaron en los primeros 10 m en Manta y La Libertad. Por debajo de esta profundidad, concentraciones mayores a 5.0 $\mu\text{g-at/l}$ y 0.75 $\mu\text{g-at/l}$ en Esmeraldas y Puerto Bolívar respectivamente. La nutriclina se registró a 20 m en Manta y La Libertad y 30 m en Esmeraldas y Puerto Bolívar. Por debajo de la nutriclina se presentaron concentraciones entre 2.17 a 16.71 $\mu\text{g-at/l}$ (nitrato) y 0.40 a 1.65 $\mu\text{g-at/L}$ (fosfato), en toda el área de estudio.

El fitoplancton superficial registrado en las estaciones frente a Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, estuvo compuesto principalmente por diatomeas, especies relacionadas a alta productividad; sin embargo también se observaron dinoflagelados, los cuales fueron abundantes en Esmeraldas y Puerto Bolívar, asociadas a aguas cálidas y oceánicas.

El zooplancton fue más abundante en Esmeraldas, menos abundante en La Libertad y Puerto Bolívar y escaso en Manta. Sobresalieron los copépodos en las cuatro estaciones en los primeros 50 m de profundidad, indicando alta productividad trófica. Oros grupos representativos fueron cladóceros, quetognatos, apendicularios y radiolarios.

4. PERSPECTIVAS

En el Pacífico central, región Niño 3.4, se espera que se mantengan condiciones cálidas asociadas a un evento El Niño débil a moderado (ATSM de 1°C); condiciones que se extenderán hasta el Pacífico Oriental (ATSM de 0.5°C).

El índice multivariado subsuperficial (ICOST), desarrollado para el océano frente a las costas ecuatorianas, prevé para mayo “Condiciones Normales”.

De acuerdo al análisis del Modelo de Transferencia Lineal, se prevé para mayo, en el perfil costero ecuatoriano, precipitaciones “Bajo lo Normal”.

De acuerdo al análisis de las salidas de los modelos atmosféricos globales, las perspectivas de precipitación para mayo son las siguientes:

- Región Costa: Precipitación dentro de sus rangos normales en la zona interior centro-norte, con tendencia a bajo la normal en la zona centro-sur del perfil costanero.
- Región Sierra: Precipitación dentro de sus rangos normales.
- Región Amazónica: Precipitación dentro de sus rangos normales.
- Región Insular: Precipitación dentro de sus rangos normales.



5. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y de eventos hidrometeorológicos, los miembros del Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), se reunieron en el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), el 30 de abril de 2019. Asistieron delegados de las siguientes instituciones: Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP), Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) y Dirección General de Aviación Civil (DGAC). Además, participó un representante de la Cruz Roja Ecuatoriana (CRE).

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico, meteorológico y biológico apoyado en:

- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas y meteorológicas locales.

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales, regionales y modelos numéricos de predicción.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.

La ESPOL presentó el análisis de variables oceánicas y atmosféricas obtenidas de bases de datos regionales y globales (boyas TAO, PMEL-NOAA; y altimetría satelital Aviso-DUACS).

La DGAC presentó su análisis basado en información de sus estaciones meteorológicas.

Cite este boletín como: Comité ERFEN-Ecuador, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 8-2019. www.inocar.mil.ec

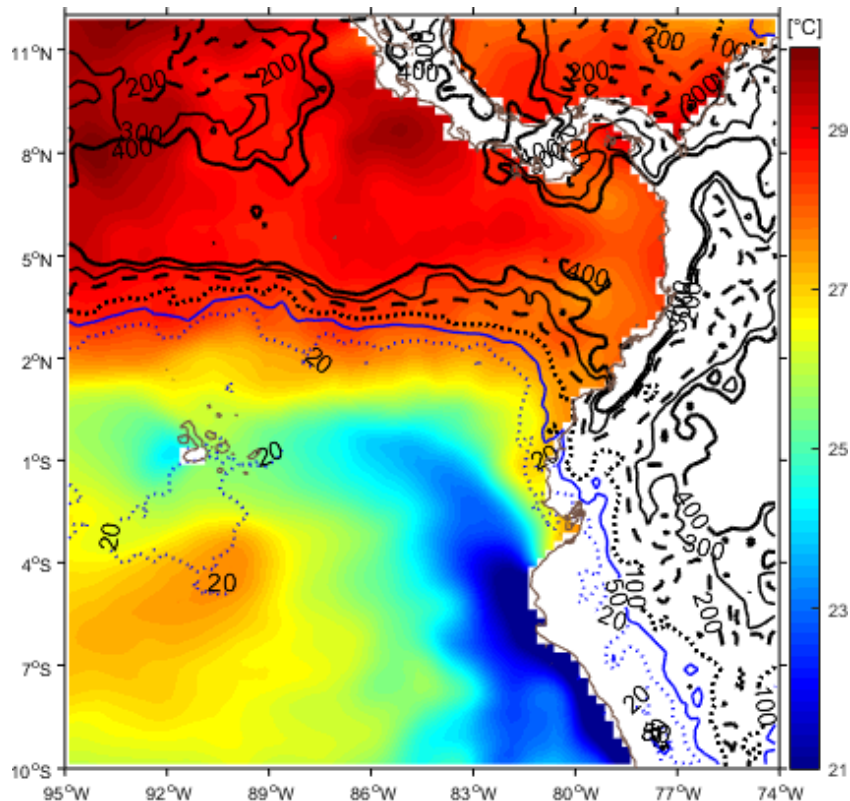
Patricio HIDALGO Vargas
Capitán de Navío-EM
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

EPU

BOLETÍN ERFEN No 08-2019

Guayaquil, 31 mayo 2019

COMITÉ ERFEN: En observación de las condiciones océano-atmosféricas



Promedio de Temperatura Superficial del Mar y acumulado de precipitación. Los colores representan la temperatura y los contornos las precipitaciones: línea punteada azul continúa (20 mm), línea azul punteada (50 mm), línea negra continúa (100 mm), línea negra punteada (200 mm), línea de rayas negra (200 mm), línea fina negra continúa (300 mm) y línea negra gruesa (400 mm). Periodo de análisis 1-31 de mayo 2019. Fuente: TSM, NOAA High-resolution Blended Analysis-Daily Mean; Precipitación, NASA, disc2.gesdisc.eosdis.nasa.gov.

Se mantienen condiciones de un evento El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) cálido débil en el Pacífico Central (región Niño 3.4), donde las anomalías de TSM se han mantenido en 0.8 °C, con tendencia a disminuir. Sin embargo, en la zona oriental del Pacífico Tropical (región Niño 1+2), no se evidenció un calentamiento propio de un El Niño típico, al contrario, en meses anteriores (marzo y abril), prevalecieron anomalías negativas; desde mayo, se observaron anomalías ligeramente positivas (máximo de 1°C).

En el mes de análisis, en la zona ecuatorial oriental, se observó la señal de una onda Kelvin de afloramiento reflejadas en las anomalías negativas del contenido calórico del océano, concentradas alrededor de 105°O. En el Pacífico Central, próximo a 180°O, se observa un núcleo de anomalías positivas de contenido de calor, que implica la generación de una onda Kelvin positiva.

Los sistemas atmosféricos que provocaron la presencia de precipitaciones en Ecuador fueron la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), Dorsal Subecuatorial, Perturbaciones Amazónicas, Variabilidad Tropical y procesos termodinámicos locales; sin influencia oceánica.

Los episodios de lluvias en Ecuador fueron más frecuentes en las dos primeras décadas en la zona interior de la región Litoral (Santo Domingo, Pichilingue) y Amazónica (Puyo, Jumandy y Lago Agrio) y de manera dispersa en el callejón Interandino.

La TSM en las estaciones costeras, aunque disminuyó en las dos últimas semanas de mayo; mantuvo anomalías positivas, al igual que lo registrado en las estaciones 10 millas costa afuera (E-10m) del centro y sur del país. Los perfiles de Temperatura y Salinidad (T-S) de E-10m, mostraron tendencia a recuperar su configuración normal, con la profundización de la termoclina en las estaciones de Esmeraldas, Manta y La Libertad.

En Puerto Bolívar se observaron dos núcleos de clorofila *a*, en los 0 y 10 m, favorecidas por la abundancia de fitoplancton coincidiendo con la mayor abundancia de huevos de peces, y un incremento en las concentraciones de nutrientes en toda la columna de agua.

En La Libertad, Manta y Anconcito, el zooplancton reflejó un incremento con relación a los meses anteriores y una ligera disminución de los nutrientes (Nitrato – Fosfato) en comparación a Manta, con dominancia de copépodos en todos los sitios de muestreo. Dominaron especies de copépodos y foraminíferos propias de aguas tropicales y subtropicales. En Anconcito, dentro del grupo de los gelatinosos, predominaron sifonóforos y medusas asociadas a aguas cálidas y oceánicas.

Los índices locales y los modelos globales prevén condiciones normales, en las precipitaciones se prevé normal tanto para el perfil costero y la región costa al interior, al norte de la región sierra y la región insular, mientras que al centro y sur de la región sierra se prevé precipitación ligeramente bajo la normal, y en la región amazónica sobre la normal.

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

El Índice Oceánico de El Niño (ONI) basado en las anomalías de TSM en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4), continúa con valores típicos de un evento ENOS cálido ($0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$) caracterizado como débil. El índice de Oscilación Sur (SOI) muestra la diferencia de presiones entre el Pacífico sudeste (Tahití) y el continente insular indonesio (Darwin), aunque negativo (-1.3), disminuyó en valor absoluto, alejándose del rango considerado como fase cálida de ENOS. Por su parte el Índice Multivariado para El Niño (MEI) que considera las variables atmosféricas y oceánicas en el Pacífico Tropical, mostró un valor de 0.3 , cercano a condiciones neutrales.

La TSM, con respecto a abril, aumentó 1°C desde la línea de costa continental ecuatoriana, hasta 84°O ; mientras que hacia Galápagos disminuyó 1°C . Con este comportamiento de la TSM, se observaron condiciones próximas a valores neutrales, excepto en el Golfo de Guayaquil, donde las anomalías fueron mayores a 1°C .

En la franja ecuatorial, alrededor de 105°W , se observó la influencia de una onda Kelvin de afloramiento sobre la temperatura del mar, que ocasionó la presencia de anomalías negativas en el contenido de calor.

La red mareográfica registró en todas sus estaciones de monitoreo un descenso del nivel del mar, presentando condiciones normales en Esmeraldas, La Libertad y Baltra.

En abril, el perfil de temperatura en La Libertad se mostró homogéneo en toda la columna, con valores entre 20 y 24°C (al paso de la onda de Kelvin). En mayo, en cambio, se observó una termoclina bien definida entre los 30 - 40 m.

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Durante el periodo de análisis, la ZCIT fue continua en el Pacífico Oriental, configurada como

una banda bien definida, en ocasiones sinuosa y formada por sistemas de convección profunda. Tuvo una leve disminución de actividad convectiva en los primeros días del mes; en los siguientes su intensidad fue considerable, formando complejos convectivos de meso-escala que afectaron a las costas occidentales del sur de Centro América y Colombia.

El Alta Semipermanente del Pacífico Sur (ASPS), durante los primeros días del mes estuvo ligeramente desplazada al oeste y sur de su posición climatológica normal. Su eje de dorsal incidió sobre las costas del centro de Chile, con un valor promedio de 1027 hPa, presentando poca influencia sobre el territorio nacional. Durante el transcurso del mes, el núcleo del anticiclón presentó un desplazamiento hacia el norte y este del Pacífico, que son condiciones normales para este periodo. En promedio, el núcleo de acción se situó a 30° S y 90° O con un valor medio de 1020.0 hPa, incidiendo con su eje de dorsal sobre las costas del centro y norte de Chile, sur y centro del Perú, intensificando el viento de nivel bajo hacia el sur de nuestro país.

Las perturbaciones de la Amazonía se vieron afectadas por presencias de ondas del este y la baja permanente de Panamá generando precipitaciones entre ligeras a moderadas con tendencia a disminuir.

En mayo, en la región Litoral, las precipitaciones acumuladas estuvieron en el rango entre “Normal”, excepto la estación de Milagro y en el norte e interior “La Concordia, Santo Domingo, Puerto Ila” que se ubicaron “Sobre la normal”; mientras en el perfil costero y la región insular, la precipitación se registró en el rango “Bajo la normal”. En las regiones Interandina las precipitaciones en su mayoría estuvieron “Bajo la normal”, excepto la estación “Querochaca, Loja Argelia” en la región Amazónica, las precipitaciones en su mayoría estuvieron en el rango “Normal”, excepto estaciones puntuales como “Jumandy, Puyo y Lago Agrio” que se ubicaron “Sobre sus valores esperados”.

La Variabilidad tropical y oscilaciones en los primeros días del mes, la Oscilación de Madden-Julian (OMJ) ha tenido un rápido desplazamiento desde Indonesia hacia el Pacífico occidental, ocasionando condiciones subsidentes sobre Sudamérica.

Durante mayo se registraron un total de 110 eventos por época lluviosa. Las provincias que presentaron un mayor número de eventos de este tipo fueron: Napo (23), Esmeraldas (17), Morona Santiago (15) y Pichincha (13), estas cuatro provincias, de un total de 18, sumaron el 62% de ocurrencia de este tipo de eventos en el país.

3. CONDICIONES BIOLÓGICO-QUÍMICAS

Superficialmente se presentaron aguas con concentraciones de oxígeno disuelto entre 4.70 ml/l en Manta y 5.07 ml/l en La Libertad. La oxiclina se mostró en Esmeraldas en 40 m, en Manta y La Libertad en 20 m y en Puerto Bolívar a 10 m. La isolínea de 2.5 ml/l, se ubicó ligeramente más superficial que lo registrado en abril 2019 (70 m en Esmeraldas y 30 m en P. Bolívar). Por debajo de la oxiclina, el rango de OD estuvo entre 3.14 ml/l (Esmeraldas) y 1.96 ml/l (P. Bolívar).

El nitrato y fosfato tuvieron concentraciones menores a 2.5 y 0.5 µg-at/l en la capa superficial, que en Esmeraldas fue de 30 m de espesor, en Manta y La Libertad de 20 m y en P. Bolívar de 10 m. La base de la nutriclina se observó a 40 m en Esmeraldas, 30 m en Manta y La Libertad y en 10 m en P. Bolívar. Después de la base de la nutriclina, se presentaron aguas con mayor contenido de nutrientes

Se registraron altas concentraciones de clorofila en Puerto Bolívar a 0 y 10 m de profundidad con 1.34 y 2.16 mg/m³, en su orden. Esta alta productividad se evidenció en la abundancia relativa de

las especies *Leptocylindrus danicus* y *Guinardia striata*, lo que indica que existe una recuperación en la productividad primaria en esta estación, cabe mencionar la presencia de la especie *Pyrophacus steinii* a nivel superficial.

En Manta se registró la menor concentración de clorofila con 0.14 mg/m³ debido al incremento de dinoflagelados tales como *Ceratium macroceros*, *C. fusus* y *Pyrophacus steinii*, a nivel superficial, siendo especies típicas de Aguas Tropicales y oceánicas.

El zooplancton presentó mayor abundancia en La Libertad en ambos estratos en relación con el mes anterior, con dominancia de copépodos. Cabe resaltar que en Puerto Bolívar se presentó una mayor abundancia de huevos de peces, coincidiendo con el mayor núcleo de clorofila.

Durante la primera quincena, se observaron cambios espaciales en la composición y abundancia en copépodos y foraminíferos planctónicos. En Manta, dominaron copépodos de aguas oceánicas tropicales (*Acrocalanus gracilis* y *Oncaea venusta*) asociados con foraminíferos indicadores de aguas nutritivas (*Globigerina bulloides*). Mientras en La Libertad, fueron dominantes copépodos de aguas costeras-neríticas de distribución tropicales-subtropicales (*Eucalanus pileatus* y *Centropage furcatus*) relacionados con foraminíferos tropicales de ambientes costeros y oceánicos (*Globigerinella aequilateralis*, *Globigerinoides ruber*, *Globoquadrina dutertrei*, *Globorotalia menardii*). La columna de agua de Manta se caracterizó por especies tropicales y estratos más profundos (*G. ruber*, *G. aequilateralis*, *G. bulloides*, *Hastigerina pelágica*).

En la estación Fija de Anconcito los copépodos dominaron en ambos estratos, seguido de los cladóceros representado por *Evadne tergestina* como dominante y asociado para aguas tropicales neríticas.

Los sifonóforos a nivel superficial registraron especies de aguas cálidas y oceánicas: *Sulculeolaria chuni*, *Diphyes dispar* y *Lensia multicristata*, en aguas subsuperficiales: *Diphyes dispar* y *Muggiaea atlantica*. Las medusas estuvieron representadas por *Cunina frugífera*, *C. globosa* y *Rhopalonema velatum* y *Liriope tetraphylla*, respectivamente.

4. PERSPECTIVAS

Para el siguiente mes se prevén condiciones neutrales de TSM y NMM en el Pacífico Ecuatorial.

Se espera un incremento de la productividad primaria, nutrientes, plancton y presencia de especies de agua frías.

El índice multivariado subsuperficial (ICOST), prevé para junio “Condiciones Normales”.

De acuerdo al análisis del Modelo de Transferencia Lineal (MTL) y los modelos globales, se pronostica para junio, en el perfil costero ecuatoriano y la región costa-interior, precipitaciones alrededor de su “Normal”. En la región sierra se prevé precipitación ligeramente “Bajo la Normal”, al centro - sur y “Normal”, al norte. En la región amazónica “Sobre la Normal” y en la región insular sus precipitaciones se categorizarán como “Normal”.

5. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y de eventos hidrometeorológicos, los miembros del Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), se reunieron en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), el 31 de mayo de 2019. Asistieron delegados de las siguientes instituciones: Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto

Nacional de Pesca (INP), Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Dirección General de Aviación Civil (DGAC), Universidad de la Península de Santa Elena y Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE).

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico, meteorológico y biológico apoyado en:

- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas y meteorológicas locales.
- El índice costero ecuatoriano (ICOST), índice multivariado subsuperficial construido en base a variables oceanográficas de la costa ecuatoriana (diez millas costa afuera) de las estaciones de Manta y La Libertad.
- El modelo de transferencia lineal (MTL), donde la predicción de la precipitación está en función del ICOST y el acumulado pluvial de las estaciones meteorológicas ubicadas en el borde costero, su resultado es la categorización de las precipitaciones (Sobre la Normal, Normal, Bajo la Normal).

El SNGRE mostró las estadísticas de eventos por época lluviosa y estadísticas de afectaciones para la época.

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales, regionales y modelos numéricos de predicción.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.

La ESPOL presentó el análisis de variables oceánicas y atmosféricas obtenidas de bases de datos regionales y globales (boyas TAO, PMEL-NOAA; y altimetría satelital Aviso-DUACS).

La DGAC presentó su análisis basado en información de sus estaciones meteorológicas.

La UPSE presentó el análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas de 10, 5 y 1 milla costa afuera.

INP presentó el análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas de 10 millas y de boyas Argo.

Cite este boletín como: Comité ERFEN-Ecuador, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 9-2019. www.inocar.mil.ec

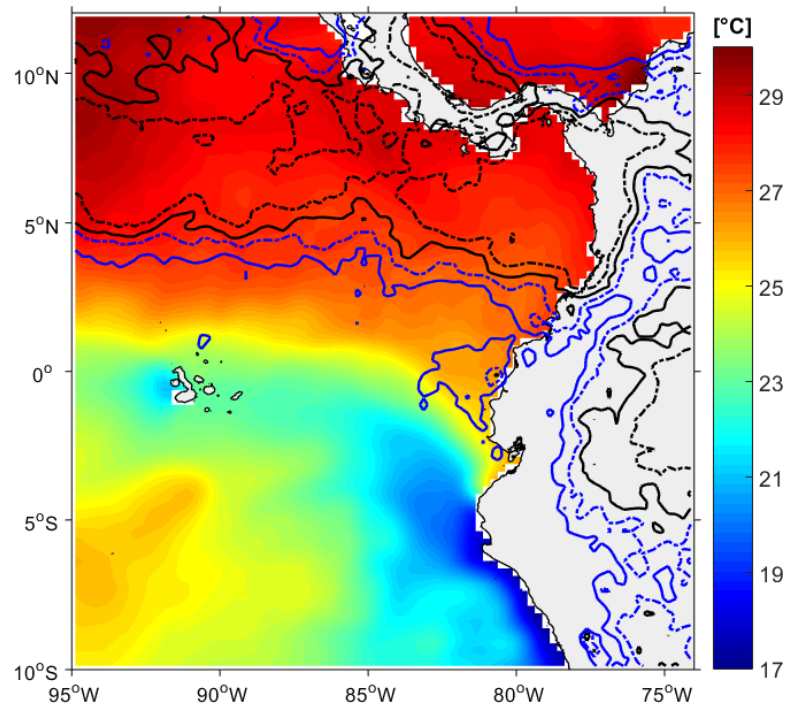
Patricio HIDALGO Vargas
Capitán de Navío-EM
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

EPU

BOLETÍN ERFEN No 10-2019

Guayaquil, 28 junio 2019

COMITÉ ERFEN: En estado de Observación de condiciones océano-atmosféricas en Ecuador



Promedio de Temperatura Superficial del Mar y acumulado de precipitación. Los colores representan la temperatura y los contornos las precipitaciones: línea punteada azul (20 mm), línea azul punteada (50 mm), línea negra continua (100 mm), línea negra punteada (200 mm), línea de rayas negra (200 mm), línea fina negra continua (300 mm) y línea negra gruesa (400 mm). Período de análisis 1-30 de junio 2019. Fuente: TSM, NOAA High-resolution Blended Analysis-Daily Mean; Precipitación, NASA, disc2.geddisc.eosdis.nasa.gov.

Durante junio, la temperatura superficial del mar (TSM), disminuyó en la mayor parte del Pacífico suroriental, presentando anomalías positivas de máximo 1°C, alrededor de la línea ecuatorial y anomalías negativas, no mayores a 1°C (en valor absoluto) en la franja costera al oeste del continente. Por su parte el indicador de eventos El Niño, ONI, hasta mayo, se mantuvo con un valor positivo (0.8); sin embargo en el presente mes, se observó una reducción de la anomalía de TSM, lo que hace prever un valor de ONI de menor valor en los meses próximos. Por su parte en la región Niño 1+2, la TSM osciló alrededor de sus valores normales.

La onda fría de Kelvin inhibió su señal al llegar a la costa de Sudamérica; mientras que se observa el avance de una onda de Kelvin cálida, cuyo núcleo se encuentra alrededor de 100°O.

En el periodo de análisis, el Ecuador continental, sobre todo en la región Amazónica, presentó un régimen de precipitaciones de intensidad variable, debido al constante ingreso de humedad proveniente de la cuenca amazónica en niveles bajos. Las afectaciones se observaron durante la primera quincena, en la zona sur de la Amazonía, y durante la segunda quincena, en la zona centro-norte.

Este comportamiento pluviométrico en las estribaciones de la cordillera oriental, ocasionó que en la región amazónica los caudales se encuentren dentro de la normal hidrológica para la época, con crecidas puntuales entre los días 5-7 y 16-22 de junio en los ríos monitoreados, generando varios avisos de umbrales de advertencia y peligro, en las demarcaciones hidrográficas de Napo, Pastaza y Santiago.

Se registró un incremento en la productividad primaria en las cuatro estaciones fijas de Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar, la cual está relacionada al incremento de Nitratos y Fosfatos, a partir de 40 m en Esmeraldas y 10 m en Puerto Bolívar. Las altas concentraciones de clorofila *a*, se presentaron en Manta y en Puerto Bolívar entre los 30 y 50 m de profundidad, siendo favorable para el desove de los peces. Cabe mencionar que el fitoplancton de aguas tropicales, se encontró en bajas densidades celulares en La Libertad y en Puerto Bolívar.

La productividad secundaria disminuyó en relación a los meses anteriores, registrando la mayor abundancia en Manta a nivel superficial, conformado por los grupos dominantes del zooplancton: copépodos, seguido de foraminíferos, sifonóforos y quetognatos, entre otros.

Entre Puerto López y Salinas, se observó un comportamiento diferente, con respecto a la productividad biológica en los dos primeros niveles tróficos. Frente a Salinas, se registró disponibilidad y consumo de nutrientes, y poca predación; en contraste, en Puerto López, la predación fue notoria, pero con disponibilidad y consumo mínimo, lo que se asocia a la abundancia de larvas de peces.

Los índices locales y los modelos globales prevén condiciones normales, en las precipitaciones se prevé normal tanto para el perfil costero y la región costa al interior, al norte de la región sierra y la región insular, mientras que al centro y sur de la región sierra se prevé precipitación ligeramente bajo la normal, y en la región amazónica sobre la normal.

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

La temperatura superficial del mar medido en las 10 millas (entre el 5 y 11 de junio) conservan valores entre 26°C y 27°C, solo Esmeraldas presentó valores sobre los 27°C. La termoclina y la haloclina aumentaron su profundidad en dirección sur a norte, lo mismo ocurrió con el espesor de la capa de mezcla. Posteriormente, en la tercera semana (18 y 19 junio) se registraron TSM de 26 °C.

Las anomalías de temperatura fueron positivas, hasta 2°C, en la capa superficial de 40 m, con el máximo valor en La Libertad. Esmeraldas presentó condiciones normales hasta 20m y negativas en profundidad llegando a presentar valores de hasta -3°C entre 40 y 50 m. Dos semanas después, en Puerto López y Salinas las anomalías mostraron igualmente valores positivos de alrededor de 1.4 °C.

Las anomalías de salinidad fueron positivas en la capa superficial de 5 m, exceptuando Esmeraldas, donde los valores positivos se extendieron hasta 40 m. Las otras estaciones presentaron valores negativos menores a 0.5, debajo de los 5 m.

En abril se registró el arribo de la onda Kelvin cálida con la profundización de la Z20, mientras que en junio se evidenció el arribo de una onda kelvin fría, evidenciado en el ascenso de la Z20. La disminución de la salinidad superficial estuvo acorde a la variación estacional.

La red mareográfica registró en mayo y junio, condiciones del nivel medio del mar normales en Esmeraldas y La Libertad, caso diferente en la estación en Baltra.

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se presentó activa, con una ubicación media entre 10°N y 5°N. Las áreas de influencia fueron Centroamérica, costas occidentales de Colombia, y la zona norte e interior del litoral ecuatoriano, debido al transporte de humedad derivado de la circulación del viento en niveles bajos. En esta zona se presentaron precipitaciones ligera y puntualmente moderada (Esmeraldas, 30.0 mm, el día 5; Pichilingue, 69.8 mm y La Maná, 32.8 mm, el día 10; La Concordia 56.6 mm y Puerto Ila 28.9 mm, el día 12).

Se presentaron perturbaciones en la región oriental del país debido al constante ingreso de ondas tropicales. La convección que se presentó en el territorio nacional fue de tipo llana producto de la circulación anticiclónica en niveles altos de la tropósfera y al incremento de la velocidad del viento en los niveles 700 y 500 hPa. Estas condiciones favorecieron la acumulación de humedad en las estribaciones de la cordillera oriental y el desarrollo de precipitaciones de ligera a moderada intensidad, que afectaron a las localidades ubicadas en esta zona y de manera ocasional parte del callejón interandino.

El Alta Semipermanente del Pacífico Sur (ASPS) estuvo inicialmente conformado por dos núcleos muy dinámicos, el primero se localizó sobre las costas de Chile y el segundo entre 40° S y 145° O, con un núcleo de 1035 hPa en promedio. Su dorsal incidió en las costas de Chile, Perú y ligeramente el territorio ecuatoriano.

La Oscilación Madden-Julian (MJO), se presentó una fase subsidente en niveles altos, en el continente americano, por lo que no tuvo influencia en las precipitaciones.

Respecto a la componente hidrológica, se evidenciaron caudales normales y bajo lo normal en los ríos monitoreados en la región Litoral (demarcaciones de Esmeraldas, Guayas, Manabí, Jubones y Puyango). En la región Interandina, los caudales estuvieron dentro de la normal, con eventos puntuales a partir del 21 de junio. En la Amazonía se presentaron caudales dentro de lo normal, con eventos puntuales en la primera semana de junio, al sur de la región, y a partir del 15 de junio, en el centro y norte de la región.

En relación a la distribución de la precipitación del 1 al 26 de junio de 2019: en la región Litoral, las estaciones de Esmeraldas, Pichilingue (cerca de Quevedo) y La Maná superaron su normal climatológica; mientras que en el resto de la región las precipitaciones estuvieron por debajo de sus normales. En la región Interandina se registraron precipitaciones bajo la normal con excepción de estaciones puntuales, como Querochaca, que estuvo en el rango normal. En la Amazonía, las precipitaciones estuvieron en el rango normal, y en la región Insular se registraron precipitaciones bajo la Normal, considerando la estación San Cristóbal.

En junio se registraron 122 eventos hidrometeorológicos, siendo las provincias con mayor número de casos: Tungurahua, Napo, Esmeraldas, Morona Santiago y Sucumbíos, estas provincias representan el 70% de ocurrencia. Los deslizamientos fueron los de mayor frecuencia, seguido por inundaciones, vendavales, aluviones, entre otros.

3. CONDICIONES BIOLÓGICO-QUÍMICAS

El oxígeno disuelto, en la superficie, presentó concentraciones entre 4.95 ml/l (Esmeraldas) y 4.63 ml/l (La Libertad). La base de la oxiclina se ubicó entre 30 y 40 m, en las estaciones de Esmeraldas y La Libertad; 20 y 30 m, en Manta y ligeramente superficial, de 10 a 20 m, en Puerto Bolívar. La isoclinea de 2.5 ml/l se presentó a 40 m (Esmeraldas), ascendiendo a 20 m

(Puerto Bolívar). El contenido de oxígeno disuelto por debajo de la oxiclina presentó valores entre 2.73 ml/L (Puerto Bolívar) y 1.64 ml/L (La Libertad).

Superficialmente se presentaron concentraciones de nutrientes ligeramente similares a mayo/2019, con valores menores a 2.5 $\mu\text{g-at/L}$ (nitrato) y 0.5 $\mu\text{g-at/L}$ (fosfato) en los primeros 30 m en Esmeraldas, 20 m en Manta, 10 m La Libertad y Puerto Bolívar. La base de la nutriclina se presentó entre 40 y 50 m, en Esmeraldas; 30 a 40 m, en Manta y La Libertad y entre 20 y 30 m en Puerto Bolívar. En relación al mes anterior, por debajo de la nutriclina, se presentaron aguas con un mayor contenido de nutrientes (nitrato y fosfato), con concentraciones en un rango de 30.61 $\mu\text{g-at/L}$ a 17.26 $\mu\text{g-at/L}$ (Nitrato) y 2.46 $\mu\text{g-at/L}$ a 1.09 $\mu\text{g-at/L}$ (Fosfato) en toda el área de estudio.

Se registraron altas concentraciones de clorofila *a* en Manta y en Puerto Bolívar a los 30 y 50 m de profundidad con 1.75 y 1.83 mg/m^3 respectivamente. Esta alta productividad se debe a la abundancia relativa de las diatomeas *Rhizosolenia hebetata* y *Corethron criophilum*; así también se observó un incremento de la productividad primaria en Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar.

En La Libertad y en Puerto Bolívar se presentaron especies de Aguas Tropicales y Oceánicas como *Ceratocorys horrida* y *Pyrophacus steinii* en bajas densidades celulares.

En la primera quincena de junio, los valores de abundancia del zooplancton disminuyeron en relación a los meses anteriores, la mayor abundancia se observó en Manta en el estrato superficial, reflejando la dominancia de copépodos, foraminíferos, sifonóforos y quetognatos, entre otros grupos. La abundancia relativa de huevos de peces con el 47% en Puerto Bolívar, se relaciona con un proceso de desove, debido a las favorables condiciones biológicas de clorofila.

En la tercera semana de junio, en Puerto López y Salinas se observaron diferencias en la productividad biológica en los dos primeros niveles tróficos. Frente a Salinas, se registró disponibilidad y consumo de nutrientes, y poca predación, al registrarse abundancia de plancton, con escasa presencia de larvas de peces. En contraste, en Puerto López la predación fue notoria pero con disponibilidad y consumo mínimo, lo que estaría asociado a la abundancia de larvas de peces, especialmente de *Bregmacero bathymaster*, importante para la sostenibilidad del tercer nivel trófico. Se registró la presencia de *Paracalanus parvus*, *G. bulloides* y *Serranus sp.*, lo que indica aguas ricas en nutrientes.

4. PERSPECTIVAS

De acuerdo a modelos globales y al modelo local ICOST, se esperan condiciones oceanográficas cercanas a lo normal en julio, con la presencia de un frente ecuatorial bien definido, situación que contribuirá a mantener la productividad primaria, secundaria y nutriente en altas concentraciones propias de la época seca.

De acuerdo al análisis del Modelo de Transferencia Lineal (MTL) y los modelos globales, se pronostica para julio, en el perfil costero ecuatoriano y la región costa-interior, precipitaciones “Bajo la Normal”. En la región sierra se prevé precipitación “Normal”. En la región amazónica “Sobre la Normal” y en la región insular sus precipitaciones se categorizarán como “Bajo la Normal”.

La tendencia de la precipitación para julio es:

- En la región Litoral en la primera semana se prevén precipitaciones de ligera a moderada intensidad en la zona norte e interior de la región con mayor afectación en la parte interior. Sin embargo, a partir de la segunda semana del mes, las lluvias tienden a disminuir en intensidad y frecuencia. Se esperan lloviznas dispersas en el centro y sur del perfil costanero con posibles trasvases en la zona sur.
- En la región Interandina, las precipitaciones se presentarán, de ligera a moderada intensidad, en la zona norte y centro de la región, con ocasionales ráfagas de viento. Se prevé un paulatino incremento de las lluvias a lo largo de la región en el transcurso de los siguientes días, con eventos de moderada a fuerte intensidad.
- En la región Amazónica, en la primera quincena, se prevé que las precipitaciones se presenten en gran parte de la región con intensidad variable y acompañadas de tormentas eléctricas dispersas en la zona norte y centro de la región; mientras que para la segunda quincena se prevé una ligera disminución, sin descartar eventos puntuales.
- En la región Insular, se presentarán lloviznas aisladas en las zonas altas y precipitaciones ligeras y dispersas en las zonas bajas, debido al ingreso de la brisa marina.

5. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y de eventos hidrometeorológicos, los miembros del Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), se reunieron en el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el 28 de junio de 2019. Asistieron delegados de las siguientes instituciones: Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP), Dirección General de Aviación Civil (DGAC), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) y la Cruz Roja Ecuatoriana (CRE).

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico, meteorológico, biológico y químico apoyado en:

- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas y meteorológicas locales.
- El índice costero ecuatoriano (ICOST), índice multivariado subsuperficial construido en base a variables oceanográficas de la costa ecuatoriana (diez millas costa afuera) de las estaciones de Manta y La Libertad.
- El modelo de transferencia lineal (MTL), donde la predicción de la precipitación está en función del ICOST y el acumulado pluvial de las estaciones meteorológicas ubicadas en el borde costero, su resultado es la categorización de las precipitaciones (Sobre la Normal, Normal, Bajo la Normal).

El SNGRE mostró las estadísticas de eventos por época lluviosa y estadísticas de afectaciones para la época.

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.

COMITÉ NACIONAL PARA EL ESTUDIO REGIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO

Período de análisis : 1—27 junio de 2019
Fecha de emisión : 28 de junio de 2019



- Información meteorológica de centros internacionales, regionales y modelos numéricos de predicción.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.

La DGAC presentó su análisis basado en información de sus estaciones meteorológicas.

INP presentó el análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas de 10 millas y de boyas Argo.

Cite este boletín como: Comité ERFEN-Ecuador, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 10-2019. www.inocar.mil.ec

Patricio HIDALGO Vargas
Capitán de Navío-EM
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

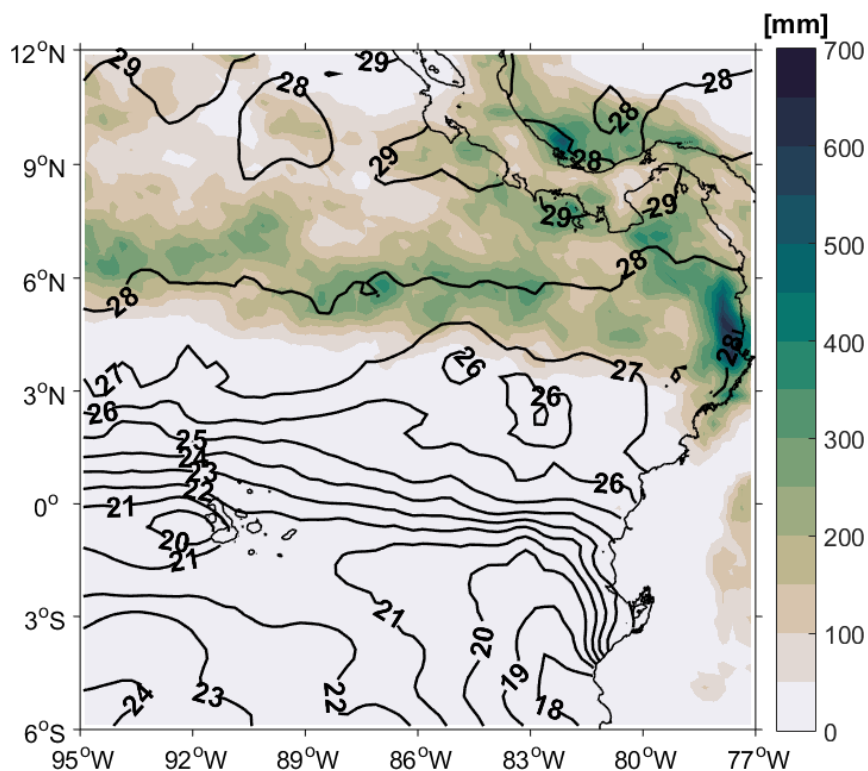
EPU

LVS/SRM/MHD/JGR/BMR/MOP/JFM/ASM/MDD/GSC/OMM/MTB/ESL/RNO/PMM/GCP/JCF/JGM/RBQ

BOLETÍN ERFEN No 10-2019

Guayaquil, 31 de julio de 2019

COMITÉ ERFEN: En estado de Observación de condiciones océano-atmosféricas en Ecuador



Promedio de Temperatura Superficial del Mar y acumulado de precipitación. Los colores representan el acumulado de precipitación, escala dada por la barra de colores. Los contornos representan la TSM en °C. Periodo de análisis 16-28 de julio 2019. Fuente: TSM, NOAA High-resolution Blended Analysis-Daily Mean; Precipitación, NASA, disc2.gesdisc.eosdis.nasa.gov.

El evento cálido El Niño, presente desde octubre de 2018, se ha debilitado. El último reporte de los índices de seguimiento de eventos ENOS, como ONI, (evaluado con datos de TSM en el Pacífico Central Ecuatorial o región Niño 3.4) e ISO (obtenido con datos de presión atmosférica en estaciones al este y oeste del Pacífico ecuatorial), estuvieron dentro de los umbrales de condiciones ENOS cálidas y fueron de 0.7 °C y 10 respectivamente.

Durante julio, la temperatura superficial del mar (TSM), mantuvo tendencia a disminuir, al igual que las anomalías positivas, que se aproximaron a valores neutrales. Inclusive en la zona ecuatorial se observaron anomalías negativas, más pronunciadas en la primera quincena del mes, relacionado con el ingreso de la corriente de Humboldt y procesos advectivos, que definieron muy claramente el frente ecuatorial alrededor del Ecuador geográfico.

Las condiciones químicas y biológicas en las estaciones fijas fueron productivas con altas concentraciones de nutrientes y clorofila en Puerto Bolívar y La Libertad, producto de la presencia y dominancia de diatomeas, zooplancton herbívoro e ictioplancton, asociados a aguas

templadas – frías, lo cual estaría relacionado a la ligera influencia de la corriente de Humboldt, normales para la época.

La onda de Kelvin cálida fue inhibida en su desplazamiento hacia el este o costa de Sudamérica y su señal, observada en la anomalía positiva de Contenido de Calor (CC), alcanzó a 140°O. Al este de esta posición las anomalías de CC fueron negativas.

Los sistemas atmosféricos que ocasionaron precipitaciones en Ecuador fueron los desprendimientos de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), las perturbaciones Amazónicas y la variabilidad Tropical. Los episodios de lluvias en Ecuador fueron más frecuentes en la primera decena en la región Litoral y en la segunda y tercera decena en las regiones Amazónica e Interandina.

Basados en los análisis de parámetros locales y regionales, se espera una transición de El Niño a condiciones neutrales.

Los modelos locales y globales prevén condiciones de precipitación bajo la normal, para el perfil costero, la región costa interior y la región sierra, mientras que para la región amazónica e insular, se prevé precipitación normal.

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

En el Pacífico Ecuatorial prevalecen condiciones de anomalías de TSM positivas aunque de menor valor que en los meses anteriores, sin embargo en la zona ecuatorial central, se observaron anomalías negativas centradas a lo largo de la línea ecuatorial y la costa de Perú.

El Frente Ecuatorial estuvo bien configurado desde su posición sureste-noroeste frente a la costa ecuatoriana-peruana hasta su posición zonal alrededor del Ecuador geográfico. Su rango de temperatura osciló entre 22 y 26°C.

En las estaciones oceanográficas 10 millas costa afuera, desde mayo la TSM mantuvo su tendencia a disminuir, relacionado con su estacionalidad. A pesar de la disminución de la TSM, las anomalías de TSM se mantuvieron positivas (0.2 a 0.8°C). La profundidad de la capa de mezcla y de la isoterma de 20°C, aumentó, lo que se asocia al incremento de la turbulencia, causada por la intensidad de los vientos superficiales propios de la estacionalidad. Asimismo la TSM en las estaciones locales costeras, fue menor a los meses anteriores y mostró una disminución de 1°C entre la primera y segunda quincena del mes.

El Nivel Medio del Mar en la zona ecuatorial mantuvo anomalías positivas, con los menores valores (5 cm) en la región oriental. En posiciones cercanas a Galápagos y la costa ecuatoriana, se observó una disminución del NMM de 5 cm.

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), se presentó como una banda bien definida y ondulada con mayor actividad convectiva del 7 al 12 de julio sobre Centroamérica, Colombia y parte norte del territorio ecuatoriano, y de manera más dispersa los días siguientes. Esporádicamente la circulación de los vientos en los diferentes niveles afectó al norte e interior del litoral ecuatoriano. Su eje relativo de desplazamiento se ubicó entre 3° y 10° N.

La dorsal Subecuatorial se observó dinámica, con su núcleo frente a la costa sur de Ecuador y costa norte de Perú (9 al 11 de julio), provocando precipitaciones, en su mayoría, de ligera a moderada intensidad en la Amazonía del Ecuador y parte del Callejón Interandino.

Las perturbaciones de la Amazonía estuvieron marcadas por el constante ingreso de masas cálidas y húmedas en niveles bajos y medios de la tropósfera, los cuales generaron precipitaciones con intensidad variable y en algunos casos de manera intermitente en el territorio ecuatoriano.

Los valores acumulados mensuales estuvieron cerca de sus valores normales y se evidenció que el mayor acumulado, registrado en Nueva Loja con 387.6 mm, estuvo 35 % por encima de su valor normal.

El Alta Semipermanente del Pacífico Sur (ASPS), se configuró de manera zonal con dos núcleos. El núcleo principal, ubicado alrededor de 30°S y 95 °O, con un valor de 1025.0 hPa, generó una elongación de su eje dorsal hacia las costas de Chile y ligeramente hacia territorio de Perú, por lo que afectó de manera intermitente al territorio nacional.

Las diferentes Ondas Troposféricas Tropicales favorecieron la presencia de humedad y lluvias en la región Amazónica y zona norte del territorio nacional en dos períodos: del 1 al 6 de Julio y con mayor intensidad del 21 al 27 de julio. La convección profunda fue puntual debido a la interacción de masas de aire secas y frías en niveles altos.

Durante julio se registraron un total de 41 eventos ligados a lluvias. Las provincias que presentaron un mayor número de eventos de este tipo fueron: Napo (11), Zamora Chinchipe (11) y Sucumbíos (6), estas tres provincias, de un total de 8, sumaron el 68% de ocurrencia de estos eventos en el país. Por otro lado los incendios forestales suscitados por causas naturales cuyo nivel de afectación es mayor o igual a dos hectáreas, dejaron un total de 532 hectáreas de cobertura vegetal quemada, las provincias más afectadas fueron: Loja y Chimborazo, estas dos suman el 64% de afectación a nivel país.

3. CONDICIONES BIOLÓGICO-QUÍMICAS

El oxígeno disuelto (OD), en superficie presentó concentraciones entre 4.85 ml/l (Puerto Bolívar) y 4.74 ml/l (Esmeraldas). La oxiclina estuvo entre 30 y 40 m en La Libertad y Puerto Bolívar y ligeramente más profunda en Esmeraldas y Manta (40 - 50m), presentándose más profunda a lo registrado en junio. Las concentraciones de OD por debajo de la oxiclina, fueron mayores en La Libertad y menores en Puerto Bolívar.

El Nitrato (NO_3^-) y Fosfato (PO_4^-), superficialmente presentaron concentraciones ligeramente mayores respecto al mes anterior, con valores superiores a 0,50 $\mu\text{g-at/L}$ (NO_3^-) y 0,10 $\mu\text{g-at/L}$ (PO_4^-) en los primeros 40 m en Esmeraldas; mientras que en Manta, La Libertad y Puerto Bolívar hasta los 30 m. La base de nutriclina se presentó en los 50 m en Esmeraldas, 30 m Puerto Bolívar y no estuvo bien definida en Manta y La Libertad, por debajo de la nutriclina se presentaron aguas con un contenido de nutriente (nitrato y fosfato) con concentraciones en un rango de 31,78 $\mu\text{g-at/L}$ a 14,81 $\mu\text{g-at/L}$ (Nitrato) y 3,40 $\mu\text{g-at/L}$ a 1,26 $\mu\text{g-at/L}$ (Fosfato) en las 4 estaciones 10 millas costa afuera.

Las altas concentraciones de clorofila *a* en La Libertad (2.10 mg/m³) y Puerto Bolívar (2.25 mg/m³), se registraron a nivel superficial y a los 20 m de profundidad respectivamente, lo cual estuvo relacionado con la disminución de las concentraciones de nitrato y fosfato en los primeros 30 metros en estas estaciones, cabe resaltar que se observó una estratificación de la clorofila en los primeros 40m en estas dos estaciones. Esta alta productividad del fitoplancton se debe a la abundancia relativa de las especies de Aguas Subtropicales *Rhizosolenia hebetata* y *Corethron criophilum*, originando un mayor consumo de los nutrientes por las diatomeas.

En Esmeraldas y Manta se presentaron especies de Aguas Tropicales y oceánicas en los primeros 50 m tales como; *Pseudosolenia calcar-avis*, *Chaetoceros coarctatus* y *Pyrophacus steinii* en bajas densidades celulares y asociadas a bajas concentraciones de nutrientes.

La abundancia del zooplancton disminuyó en relación a los meses anteriores excluyendo Esmeraldas donde se observó un leve incremento, la mayor abundancia fue en Manta en el estrato subsuperficial, reflejando la dominancia de copépodos, ostrácodos, doliolum, radiolarios, anfípodos y quetognatos. Entre otros grupos como los foraminíferos planctónicos, predominaron especies tropicales (*Globigerinella aequilateralis*, 50%) y de aguas nutritivas (*Globigerina bulloides*, 40%) en estratos superficiales de La Libertad y Manta, respectivamente.

La mayor abundancia de anfípodos fue en Manta a nivel subsuperficial donde la temperatura osciló entre 17,86 y 26,01 °C, del 42% de especies identificadas la de mayor abundancia fue *Lestrignonus bengalensis* con 19%.

La abundancia relativa de huevos de peces (1,8%) en Puerto Bolívar fue baja en relación al mes anterior.

En la segunda quincena en las estaciones fijas de Puerto López y Salinas, el fitoplancton analizado correspondió al grupo de las diatomeas, especies cosmopolitas de aguas templadas-frías, nutritivas, como *Leptocylindrus danicus*, *Cylindrotheca closterium*, *Rhizosolenia hebetata*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Guinardia striata* y *G. flaccida* entre las presencias de dinoflagelados tenemos a *Gyrodinium spirales*, *Torodinium robustum* y *Gymnodinium catenatum*. Cabe mencionar que las mayores densidades de esta productividad biológica estuvo dada hasta los 30 m y luego decaen.

La composición de foraminíferos planctónicos en la estación fija de Salinas indicó la fuerte presencia aguas frías nutritivas en la columna de agua (>50% de *Globigerina bulloides*), y mezcla de especies de aguas tropicales en superficie, propias de la época. La abundancia zooplanctónica evidenció la presencia de especies asociadas a aguas subtropicales como *Paracalanus parvus*, *Oncaea clevei* y *Subeucalanus pileatus* en las estaciones de Salinas y Puerto López.

En la estación de Puerto López se observó una disminución de huevos y larvas de peces en comparación con el mes de junio. Mientras que, en Salinas se distinguió un mayor número de larvas de peces como *Cetengraulis mysticetus* (chuhueco) y *Bregmaceros bathymaster* (plumón), especies relacionadas a temperaturas entre 22 a 24°C. Patrones de distribución zooplanctónica que estarían asociados a la mayor influencia de las aguas frías provenientes de la corriente de Humboldt.

4. PERSPECTIVAS

Los modelos probabilísticos globales, regionales y el índice multivariado subsuperficial (ICOST), prevé para agosto condiciones oceanográficas normales, por lo que se espera el incremento de la clorofila *a*, nutrientes y la abundancia de las especies de Aguas Subtropicales propias de la época seca.

De acuerdo al análisis del Modelo de Transferencia Lineal (MTL) y los modelos globales, se pronostica para agosto, en el perfil costero ecuatoriano, la región costa-interior y en la región sierra sus precipitaciones estarán bajo su Normal, en la región amazónica e insular sus precipitaciones serán normales.

La tendencia de la precipitación para agosto es:

En la región Litoral las precipitaciones empezarán paulatinamente a ser menos frecuentes, sobre todo en la primera semana del mes. El perfil costanero sur tendrá la incidencia de brisa marina, generando algunas lloviznas.

En la región Interandina las lluvias se presentarán esporádicamente del 3 al 5 de agosto, los días siguientes la probabilidad de lluvias se presentan en la zona norte (Carchi) de manera ocasional y para el resto de la región la probabilidad es baja.

Región Amazónica: Entre los primeros días del mes de Agosto, las lluvias se presentarán de manera dispersa en la región y pueden estar acompañadas de descargas eléctricas hasta el 5 de agosto, sin embargo las precipitaciones se mantendrán alrededor de sus normales climatológicas

En la región Insular el aporte para las precipitaciones será en su mayoría por brisa de mar y de manera aislada.

5. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y de eventos hidrometeorológicos, los miembros del Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), se reunieron en el Instituto Nacional de Pesca (INP), el 31 de julio de 2019. Asistieron delegados de las siguientes instituciones: Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP), Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Dirección General de Aviación Civil (DGAC), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) y como invitado el Ministerio de Agricultura.

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico, meteorológico, biológico y químico apoyado en:

- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas y meteorológicas locales.
- El índice costero ecuatoriano (ICOST), índice multivariado subsuperficial construido en base a variables oceanográficas de la costa ecuatoriana (diez millas costa afuera) de las estaciones de Manta y La Libertad.
- El modelo de transferencia lineal (MTL), donde la predicción de la precipitación está en función del ICOST y el acumulado pluvial de las estaciones meteorológicas ubicadas en el

COMITÉ NACIONAL PARA EL ESTUDIO REGIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO

Período de análisis : 1-30 julio de 2019
Fecha de emisión : 31 de julio de 2019



borde costero, su resultado es la categorización de las precipitaciones (Sobre la Normal, Normal, Bajo la Normal).

El SNGRE mostró las estadísticas de eventos ligados a lluvias y afectaciones para la época.

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales, regionales y modelos numéricos de predicción.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.

La DGAC presentó su análisis basado en información de sus estaciones meteorológicas.

INP presentó el análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas de 10 millas y de boyas Argo.

Cite este boletín como: Comité ERFEN-Ecuador, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 12-2019. www.inocar.mil.ec

Patricio HIDALGO Vargas
Capitán de Navío-EM
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

EPU

LVS/FHV/MHD/MBS/DMG/BMR/ASM/JFM/SCM/MDD/RNO/MTB/CNP/JGM/GAM/RBQ/MLV

BOLETÍN ERFEN No 11-2019
 Guayaquil, 30 de agosto de 2019

COMITÉ ERFEN: MONITOREO DE CONDICIONES OCÉANO-ATMOSFÉRICAS

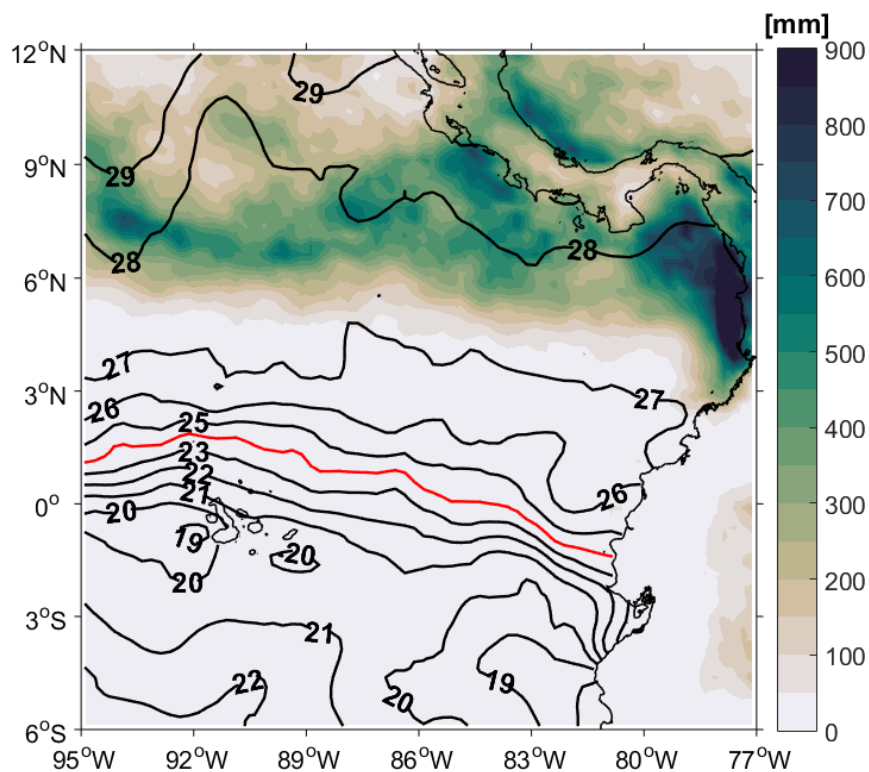


Figura 1. Promedio de Temperatura Superficial del Mar (TSM) y acumulado de precipitación. Los colores representan el acumulado de precipitación en milímetros y los contornos (isolíneas) la TSM en °C. Periodo de análisis: 1-30 de agosto 2019.

Fuente: TSM (NOAA High-resolution Blended Analysis-Daily Mean), precipitación (NASA, disc2.gesdisc.eosdis.nasa.gov.)

Las condiciones oceanográficas y atmosféricas, que evidenciaron la presencia de un evento El Niño desde octubre de 2018, se presentan actualmente cercanas a lo normal. El índice de Oscilación del Sur (SOI) y el índice Oceánico El Niño (ONI), se mostraron en su región de neutralidad, con valores entre -5 y 0.5°C respectivamente.

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) en el Pacífico Tropical mantuvo una distribución acorde a la climatología mensual. Se observó una región de agua fría en la zona suroriental del Pacífico ecuatorial y hacia el oeste, la fosa de agua cálida, propia de esta época. Asimismo, en la parte occidental predominaron anomalías positivas y al Este, negativas de 2.5°C y -2.5°C, en su orden.

En la zona costera ecuatoriana se observó disminución en la profundidad de la capa de mezcla, asociada a la alta productividad y elevadas concentraciones de nutrientes y Oxígeno Disuelto (OD) que se presentaron en Puerto López, La Libertad, Anconcito y Puerto Bolívar, coincidiendo con la mayor abundancia de zooplancton. Esta condición no fue observada en Salinas durante la tercera semana, donde los nutrientes y el OD reflejaron una marcada estratificación.

Los sistemas atmosféricos que provocaron precipitaciones en Ecuador fueron la Dorsal Subecuatorial, perturbaciones amazónicas y el ingreso de masas de aire frías y secas desde el sur del continente. Los episodios de lluvias en Ecuador fueron más frecuentes en la región Amazónica y ocasionales en la zona centro y sur de la región Interandina, con intensidades de ligera a moderada.

El Frente Ecuatorial mantendrá su estructura (mayores valores de TSM al norte de Manta y menores al sur) de acuerdo a la climatología de septiembre. Los índices locales y los modelos globales prevén condiciones de precipitación bajo la normal, tanto para el perfil costero, costa interior y sierra central; mientras que, en la región insular, Amazonía, sierra Norte y Sur se prevén precipitaciones dentro de lo normal.

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

La TSM en el Pacífico Tropical ha mantenido estructuras de acuerdo al mes, con la presencia de la lengua de agua fría en la parte oriental (costas de Ecuador-Perú) y mayores temperaturas en la región occidental (hacia Indonesia), diferencia que además se mostró en las Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM), positiva en la mayor parte occidental y negativa en la oriental, hasta 2.5°C y -2.5°C respectivamente.

Subsuperficialmente, en el Ecuador geográfico existen anomalías positivas y negativas de temperatura del mar al oeste y este de 160° O respectivamente. Las anomalías de vientos zonales en la región entre 5°N - 5°S y 140°- 180° O (Pacífico Occidental) han sido negativas. Las anomalías del nivel del mar mostraron valores menores en el Pacífico Ecuatorial Central. El viento observado, el núcleo de anomalías superficiales y subsuperficiales frías en el Pacífico Central-Oriental, así como el descenso del nivel del mar en esta misma región, son evidencia de un buen desarrollo de la lengua fría del Pacífico Sudeste, así como del afloramiento ecuatorial.

En la región del Pacífico Ecuatorial Oriental la TSM mostró el Frente Ecuatorial, definido por las isotermas de 21 y 25°C, con una orientación zonal entre 0 y 1° N. En la región cerca a la costa del Ecuador existieron anomalías positivas de 1.5°C a nivel superficial.

El índice de Oscilación del Sur (SOI) mostró en los últimos meses valores ligeramente negativos, con tendencia hacia su normalidad (-5 en el mes de julio). El Índice Oceánico de El Niño (ONI) analizado en la región central (Niño 3.4), para el trimestre mayo a julio, se ubicó en el umbral de

condiciones ENOS neutral (0.5°C). En la región más próxima a la costa de Ecuador (Niño 1+2), los últimos valores semanales de agosto indicaron anomalías negativas de entre -0.3°C a -0.6°C .

En las estaciones 10 millas se observó que la TSM disminuyó de julio a agosto. Los perfiles a nivel subsuperficial definieron la termoclina, en Esmeraldas y Manta, entre 35 y 40 m; mientras que en El Pelado (Ayangue), La Libertad y Puerto Bolívar, ésta se encontró entre 19 y 29 m. Las anomalías de temperatura en la columna mostraron valores con tendencia negativa, así como la superficialización de la termoclina. La salinidad presentó valores entre 32.8 ups y 33.9 ups de norte a sur, mientras que la haloclina se ubicó entre 20 y 40 m en la costa norte, y desde 15 hasta 30 m en la costa sur.

En la red mareográfica del Ecuador se registraron desde mayo de 2019, condiciones del nivel medio del mar (NMM) alrededor de lo normal con un máximo de 10 cm en agosto. Se considera que el NMM en la región insular y continental del Ecuador, tiene tendencia hacia valores cercanos a lo normal.

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), presentó una forma ondulada y entrecortada, con células dispersas de convección profunda, especialmente en la zona del Océano Pacífico Central y Occidental. Se ubicó entre 7° y 12° N, con incidencia en los países de Centro América, algunos núcleos aislados han afectado de manera moderada a las costas occidentales de Colombia y de manera esporádica la zona norte del Litoral.

Durante los últimos días del periodo, la Dorsal Sub tropical se configuró frente a las costas de Perú y sur de Ecuador, favoreciendo el ingreso de masas frías y secas desde el océano Pacífico, limitando la convección profunda en el país; excepto los primeros días de agosto y durante el 26 y 27, cuando apareció una vaguada de onda larga que favoreció la divergencia en altura y mayor ingreso de humedad, generando precipitaciones acompañadas de tormentas eléctricas, sobre gran parte de la región oriental.

Las perturbaciones de la Amazonía observadas en Brasil fueron relevantes en las condiciones atmosféricas de la Amazonía ecuatoriana y parte del Callejón Interandino, presentando lluvias en su mayoría entre ligeras a moderadas, con casos puntuales de tormentas eléctricas. El centro y sur del Callejón Interandino presentaron una menor afectación, con precipitaciones ligeras.

El Alta Semipermanente del Pacífico Sur (ASPS), mostró forma elongada con su centro entre 30° a 32° S y 86° a 88° O, con 1025 hPa, afectando los territorios de Chile, oeste de Bolivia, costas de Perú y parte sur del Ecuador.

Las precipitaciones en las regiones litoral e interandina, estuvieron bajo sus rangos normales, excepto en estaciones puntuales, como Santo Domingo, Santa Rosa, Quero, Loja La Argelia y La

Toma, donde superaron este límite. En la región amazónica se presentaron entre la normal y sobre sus valores normales; y en la región insular, considerando la estación San Cristóbal, por encima de sus rangos normales.

Se evidenciaron caudales bajo lo normal en los ríos monitoreados en toda la región Costa; en la Sierra los caudales de los ríos se mantuvieron con valores dentro de lo normal con crecidas puntuales al norte de la región, y en la Amazonía se presentaron caudales en el valor normal para la época con ciertos eventos puntuales los días 4, 15 y 28 de agosto.

Durante agosto se registraron un total de 41 eventos ligados a lluvias (deslizamiento, inundación, socavamiento, aluvión y hundimiento). Las provincias que presentaron un mayor número de eventos de este tipo fueron: Napo (11), Zamora Chinchipe (11) y Sucumbíos (6), estas tres provincias, de un total de 8, sumaron el 68% de ocurrencia de este tipo de eventos. Por otra parte, los incendios forestales suscitados por causas naturales, cuyo nivel de afectación es mayor o igual a 2 ha, han dejado un total de 532 ha de cobertura vegetal quemada, las provincias más afectadas fueron Loja y Chimborazo, estas dos suman el 64% de afectación a nivel país.

3. CONDICIONES BIOLÓGICO-QUÍMICAS

El OD en superficie presentó concentraciones entre 4,62 ml/l (Esmeraldas) y 5,11 ml/l (Puerto Bolívar). El valor de 2,5 ml/l, estuvo a 40 m en Esmeraldas y a 30 m en Puerto Bolívar, observándose ligeramente superficial en relación a julio de 2019. La base de la oxiclina estuvo entre 30 a 40 m en las estaciones de Esmeraldas y Manta, entre 10 y 20 m en La Libertad y Puerto Bolívar; y el contenido de OD por debajo de la oxiclina se presentó entre 3,63 ml/l en Manta y 1,63 ml/l en Puerto Bolívar.

El Nitrato (NO_3) y Fosfato (PO_4), superficialmente presentaron concentraciones ligeramente menores al mes anterior, con valores superiores a 0,25 $\mu\text{g-at/l}$ (NO_3) y 0,10 $\mu\text{g-at/L}$ (PO_4) en los primeros 30 m en Esmeraldas y Manta; mientras que en La Libertad y Puerto Bolívar hasta los 10 m. La nutriclina se presentó entre los 40 a 50 m en Esmeraldas y Manta, entre 20 a 30 m en La Libertad y Puerto Bolívar; por debajo de la misma, se presentaron aguas con un contenido de nutriente (nitrato y fosfato) en un rango de 7,03 $\mu\text{g-at/l}$ a 23,07 $\mu\text{g-at/l}$ (NO_3) y 0,51 $\mu\text{g-at/l}$ a 2,50 $\mu\text{g-at/l}$ (PO_4) en las cuatro estaciones 10 millas costa afuera.

Las altas concentraciones de clorofila a en La Libertad (2.82 mg/m^3) y Puerto Bolívar (3.23 mg/m^3), se registraron entre 10 y 20 m de profundidad respectivamente. Esta alta productividad del fitoplancton se debe a la abundancia relativa de las especies asociadas a aguas subtropicales: *Thalassiosira subtilis*, *Chaetoceros eibonii* y *Ch. curvisetus*. En Esmeraldas y Manta se presentaron especies asociadas a aguas subtropicales y neríticas tales como: *Bacteriastrum hyalinum* y *Chaetoceros affinis*, con escasa presencia de dinoflagelados. La abundancia del

zooplancton se incrementó en relación a los meses anteriores en superficie en todos los sitios de muestreo, a diferencia del estrato subsuperficial (entre 0 y 50 m), donde la abundancia zooplanctónica fue similar al mes anterior, excluyendo Puerto Bolívar, donde se observó un leve incremento, con la dominancia de eufáusidos seguido por los copépodos, entre otros grupos con porcentajes mínimos. La mayor abundancia de anfípodos fue en Manta a nivel superficial.

En la estación Fija de Anconcito a 10 millas costa afuera, se evidenció la mayor población a nivel superficial y con carácter de dominantes se registraron huevos de invertebrados con 40% y copépodos con un 30%. A nivel vertical los copépodos fueron dominantes con 45%, los huevos de invertebrados con 17%, los cladóceros (*Penilia avirostris* 8%), los sifonóforos (*Muggiaea atlántica*- 95%) y las medusas (*Solmundella bitentaculata* 98%), asociados a aguas de temperaturas alrededor de 21 a 22°C.

Durante la tercera semana de agosto, se observó una mayor influencia de especies de fitoplancton (*Chaetoceros*) y zooplancton (*Paracalanus*, *Oncaea*), relacionadas con masas de aguas tropicales, prevaleciendo las especies de hábitat nerítico-cosmopolitas. La columna de agua se caracterizó por una abundancia de especies de huevos y larvas de peces ligeramente mayor que en julio en las estaciones de Puerto López y Salinas. En Puerto López, la mayor riqueza de especies correspondió al grupo de especies mesopelágicas, como *Bregmaceros bathymaster* y *Mauroliticus muelleri*. En tanto que, en Salinas, el grupo dominante por su abundancia fue de los pelágicos costeros, caracterizados por cantidades importantes de huevos y larvas de chuhueco (*C. mysticetus*), esperadas para la época. Esto en estrecha coincidencia con la temperatura superficial del mar (22 a 24°C).

4. PERSPECTIVAS

El Frente ecuatorial mantendrá su estructura, mayores valores de TSM al norte de Manta y menores al sur, esta distribución de TSM será de acuerdo a la climatología de septiembre con lo cual el fito y zooplancton se incrementaría.

El índice multivariado subsuperficial (ICOST), prevé para septiembre "Condiciones Normales". De acuerdo al análisis del Modelo de Transferencia Lineal (MTL) y los modelos globales, se pronostica para septiembre, en el perfil costero ecuatoriano y en el resto de la región costa valores de precipitación por debajo de la normal; en la región sierra al norte y al sur dentro de lo normal mientras que en la sierra central estarán bajo lo normal; y en las regiones amazónica e insular dentro de lo normal.

En la región Litoral, precipitaciones ocasionales se concentrarán en la zona norte (Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas) y en la estribación de cordillera occidental; además de lluvias ligeras en el sur del perfil costanero por efecto de brisa marina. En la región Interandina, se presentarán lluvias de intensidad ligera y ocasionalmente moderadas.

En la región Amazónica se presentará lluvias de intensidad variable con probabilidad de tormentas eléctricas y en la región Insular, se esperan lluvias de ligera intensidad de tipo aislado, por efecto de brisa marina.

5. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y de eventos hidrometeorológicos, los miembros del Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), se reunieron en Subdirección de la Aviación Civil, el 30 de agosto de 2019. Asistieron delegados de las siguientes instituciones: Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP), Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Dirección General de Aviación Civil (DGAC), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), Universidad de La Península de Santa Elena.

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico, meteorológico, biológico y químico apoyado en:

- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas y meteorológicas locales.
- El índice costero ecuatoriano (ICOST), índice multivariado subsuperficial construido en base a variables oceanográficas de la costa ecuatoriana (10 millas costa afuera) de las estaciones de Manta y La Libertad.
- El modelo de transferencia lineal (MTL), donde la predicción de la precipitación está en función del ICOST y el acumulado pluvial de las estaciones meteorológicas ubicadas en el borde costero, su resultado es la categorización de las precipitaciones (Sobre la Normal, Normal, Bajo la Normal).

El SNGRE mostró las estadísticas de eventos ligados a lluvias y afectaciones para la época.

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales, regionales y modelos numéricos de predicción.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.

La DGAC presentó su análisis basado en información de sus estaciones meteorológicas.

COMITÉ NACIONAL PARA EL ESTUDIO REGIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO

Período de análisis : 1-29 agosto de 2019
Fecha de emisión : 30 de agosto de 2019



El INP presentó el análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas de 10 millas y de boyas Argo.

La ESPOL presentó información regional de nivel del mar e información oceanográfica de la estación El Pelado.

La UPSE presentó resultados del monitoreo de la estación oceanográfica frente a Anconcito.

Cite este boletín como: Comité ERFEN-Ecuador, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 11-2019. www.inocar.mil.ec

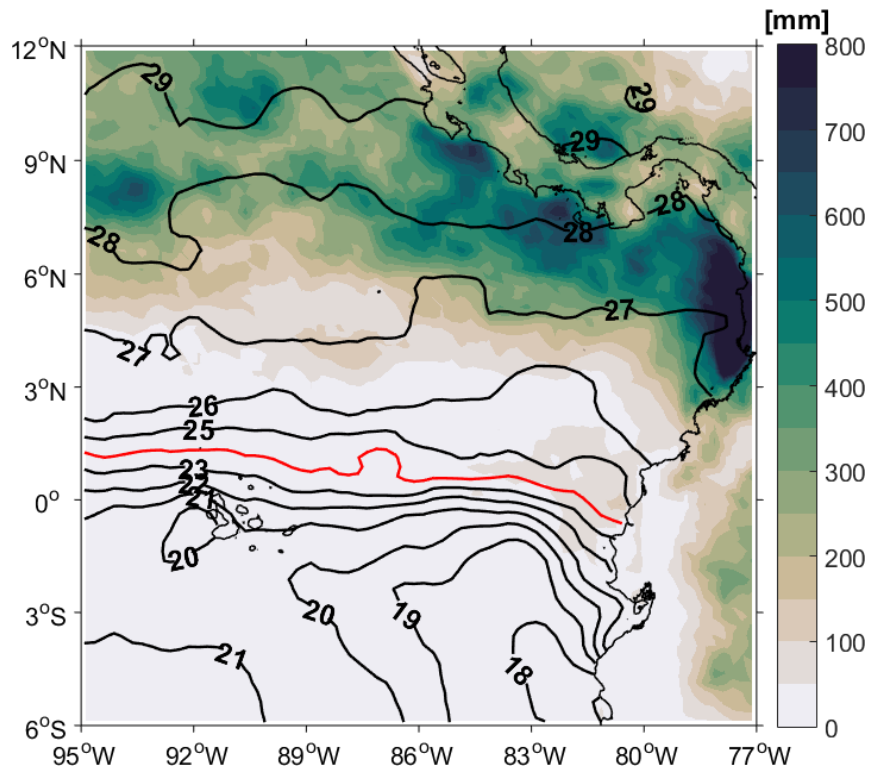
Patricio HIDALGO Vargas
Capitán de Navío-EM
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

EPU

LVS/FHV/SRM/JCO/MHD/ BMR/ASM/JFM/MDD/ RBQ/PMM/JGM/GAM/MOP

BOLETÍN ERFEN No 12-2019
Guayaquil, 30 de septiembre de 2019

COMITÉ ERFEN: CONDICIONES NEUTRALES DE EL NIÑO



Promedio de Temperatura Superficial del Mar y acumulado de precipitación. Los colores representan el acumulado de precipitación, escala dada por la barra de colores. Los contornos representan la TSM en °C. Periodo de análisis 1-29 de septiembre 2019. Fuente: TSM, NOAA High-resolution Blended Analysis-Daily Mean; Precipitation, NASA, disc2.gesdisc.eosdis.nasa.gov.

Las condiciones e indicadores de un evento El Niño o La Niña, se encuentran dentro de los umbrales de neutralidad; aunque existen zonas entre el oeste y centro del Pacífico con anomalías positivas y en el este del Pacífico, anomalías negativas. El ONI, índice oceánico de análisis de períodos ENOS, indica que la fase de evento cálido, El Niño terminó en julio de 2019.

En relación a las condiciones químico-biológicas, en la primera quincena se registró un incremento en la productividad primaria y oxígeno disuelto, principalmente en Puerto Bolívar, como consecuencia de la alta abundancia de diatomeas de aguas subtropicales y bajas concentraciones de nutrientes (nitratos). En la segunda quincena como consecuencia del

aumento de TSM, se mantuvo una disminución de los elementos nutritivos, especialmente silicatos, probablemente por la presencia de silicoflagelados y radiolarios. Adicionalmente, se observó aumento de larvas de especies demersales y consecuentemente la disminución de pelágicos menores.

Los sistemas atmosféricos que provocaron precipitaciones en el Ecuador fueron: Baja Permanente de Panamá, Perturbaciones en la Amazonía por presencia de las ondas del este y Variabilidad Tropical.

Los modelos locales y globales prevén que las condiciones del océano sean normales y de precipitación bajo la normal, para el perfil costero, la región costa interior, amazónica, sierra centro y sur. Se prevé precipitación normal para las regiones sierra norte e insular.

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

En el trimestre de junio hasta agosto, el Índice ONI tuvo un valor de $0,3^{\circ}\text{C}$, reflejando condiciones de El Niño Neutral. Así mismo la TSM en el Pacífico Tropical muestra patrones típicos de septiembre; sin embargo resaltan anomalías positivas ($<1^{\circ}\text{C}$) en la región de la poza cálida del Pacífico ecuatorial y anomalías negativas ($<1,5^{\circ}\text{C}$) en la región oriental.

En la primera y última semana de septiembre, el INOCAR e INP monitorearon la costa del Ecuador, observando condiciones diferentes. En Puerto Bolívar y La Libertad, el INOCAR reportó condiciones de afloramiento con disminución de temperatura (hasta 3°C) en la Capa de Mezcla y termoclinas entre 20 - 40 m. En Salinas (estación cercana a La Libertad) y Puerto López, el INP reportó condiciones de influencias de agua de mayor temperatura y menor salinidad. La variación de las condiciones en ambos monitoreos costeros, también se evidenció en la estructura del Frente Ecuatorial (FE) entre la costa y 83°O . Dicho FE tuvo una distribución meridional con anomalías de TSM de hasta $1,5^{\circ}\text{C}$.

De las cuatro estaciones monitoreadas (Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar), el máximo valor de TSM correspondió a Esmeraldas ($26,4^{\circ}\text{C}$) y el mínimo observado fue en Puerto

Bolívar (20,2°C). La TSM, disminuyó en relación al mes anterior, con el mayor decrecimiento en Puerto Bolívar (3°C). En los perfiles de temperatura, la capa de mezcla se ubicó hasta los 40 m, y las termoclinas estuvieron bien definidas entre 30 y 40 m. Después de los 45 m, los valores fueron muy parecidos en las cuatro estaciones. En las estaciones de Puerto López y Salinas se registró aumento de la TSM en comparación al mes anterior (2,1°C de diferencia).

En la superficie, la salinidad presentó valores entre 32,9 ups y 34,5 ups de norte a sur, presentando isohalinas bien definidas con excepción de las estaciones de La Libertad y Puerto Bolívar, ubicándose entre 30 y 40 m en la costa norte y desde 20 hasta 40 m en la costa sur. Cabe recalcar que en la estación de Puerto Bolívar la columna de agua no se presenta muy estratificada.

En el pacifico ecuatorial, el NMM mantiene las anomalías negativas frente a las costa Este y Oeste, y un parche positivo entre 150° E hasta 150°O. Estas condiciones muestran el fortalecimiento de un parche de anomalías positivas en 165° E, así como una reducción de anomalías negativas tendiendo a valores cercanos a lo normal desde los 150° O hasta las costas americanas.

Las estaciones costeras de monitoreo de mar en el Ecuador registraron valores muy cercanos a la normal; mientras que en la estación Insular, Santa Cruz, tuvo valores negativos en los últimos días del mes de septiembre.

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

El eje de la baja permanente de Panamá ingresó en la zona norte de la sierra ecuatoriana provocando desarrollos convectivos significativos de manera aislada.

En los primeros quince días del periodo, la Dorsal Ecuatorial se mantuvo en 10° S; lo que provocó condiciones estables en el país, con eventos de precipitación puntuales. Posteriormente este sistema presentó una configuración mejor definida, con desplazamiento hacia el norte (5° N), produciendo un patrón divergente en altura, que favoreció el ingreso de humedad hacia el territorio nacional. En la región Oriental, se presentaron algunas precipitaciones de variable intensidad; en la región Interandina, debido a la circulación de viento, se presentaron eventos fuertes y puntuales, y en el Litoral de manera ligera.

Respecto a las perturbaciones amazónicas, en la primera quincena su actividad se presentó de forma ocasional, con precipitaciones intermitentes en la Amazonía del Ecuador. Durante la segunda quincena; este sistema presentó una intensificación debido al arribo de la fase divergente de ligera intensidad de la Madden Julian (MJO), en la Amazonía y Callejón Interandino, se registraron lluvias entre ligeras a moderadas e incluso eventos puntuales fuertes, con tormentas eléctricas y en ciertos días, presencia de granizo en el norte de la Sierra.

El Alta Semipermanente del Pacífico Sur, se mostró de forma meridional conformada por un núcleo de 1035,0 hPa, ubicado en 35° S y 100° O, con sus dorsales paralelas a la línea de costa desde Chile hasta Perú.

Desde el 17 de septiembre la oscilación MJO, tuvo ligera actividad en su recorrido desde el oeste hacia el este, su paso por nuestro país permitió el incremento de frecuencia e intensidad de lluvias, principalmente en el Callejón Interandino.

Del análisis climatológico se deduce que en la Región Costa, las estaciones registraron precipitaciones bajo la Normal, excepto en la estación de Puerto Ila. En la región Sierra se registraron precipitaciones bajo la Normal, excepto las estaciones, Inguincho, Tomalón, La Tola, Querochaca y Cañar- Aeropuerto. Para la región Amazónica se registraron precipitaciones bajo la Normal, con excepción de las estaciones El Coca-Aeropuerto, Lago Agrio-Aeropuerto, Macas-Aeropuerto y Nuevo Rocafuerte.

En el período revisado (1 al 26 de septiembre), se han evidenciado caudales con valores bajo lo normal en la red de estaciones de monitoreo hidrológico (35).

Se registraron 681 incendios forestales a nivel país. Las provincias más afectadas en cuanto a hectáreas de cobertura vegetal quemadas fueron: Loja, Imbabura y Pichincha, estas tres provincias sumaron el 78% del total de hectáreas quemadas. Además se han suscitado 36 eventos ligados a lluvias y demás condiciones atmosféricas, las provincias en donde se han presentado más eventos de este tipo son: Pichincha, Sucumbíos, Napo, Guayas y Chimborazo, estas 5 provincias sumaron el 69% de ocurrencia de eventos en el Ecuador.

Durante el mes de septiembre se han suscitado 36 eventos ligados a lluvias y demás condiciones atmosféricas a nivel nacional. Las provincias con más eventos de este tipo fueron: Pichincha,

Sucumbíos, Napo, Guayas y Chimborazo. Los vendavales es el tipo de evento más recurrente con el 33% del total, seguido por inundaciones 25%, deslizamientos con 17% y granizadas con el 14%.

3. CONDICIONES BIOLÓGICO-QUÍMICAS

En la primera quincena de septiembre el oxígeno disuelto en toda la columna de agua presentó valores mayores a la climatología de septiembre en las cuatro estaciones monitoreadas. Similar comportamiento registró el nitrato. En estos tres últimos meses (julio a septiembre) se ha venido registrando una continua disminución de nutrientes (nitrato), hasta ubicarse en valores cercano a los normales para septiembre.

En Puerto Bolívar se registró la mayor productividad primaria, en comparación con agosto de 2019, desde la superficie hasta los 40 m, con valores entre 5,94 y 8,98 mg/m³ respectivamente. Otros núcleos de clorofila se observaron a nivel superficial en La Libertad con 4,18 mg/m³ y a los 10m en Manta con 1,88 mg/ m³, debido a la alta abundancia relativa de las especies *Thalassiosira subtilis* y *Rhizosolenia hebetata* típicas de Aguas Subtropicales.

En Esmeraldas y Manta se presentó un leve incremento de las especies de dinoflagelados tales como: *Goniodoma polyedricum* y *Protoperdinium depressum* asociadas a Aguas Tropicales en la columna de agua.

En Manta y La Libertad, desde superficie hasta 50 m, se observó un predominio de copépodos de hábitat costero y oceánico, comunes de masas de aguas Tropicales (ATS), relacionadas con los registros de temperatura y anomalías positivas.

En la segunda quincena del mes, Puerto López se comportó similar al mes anterior en cuanto a nutrientes inorgánicos, a diferencia de Salinas que presentó un agotamiento de los principales elementos, específicamente Silicato.

En Puerto López y Salinas, se observó una mayor concentración de fitoplancton, principalmente *Alexandrium catenella*, *Gimnodinium catenatum* (dinoflagelados), *Hemiaulus membranaceus*, *Planktoniella sol* (diatomeas), relacionadas con masas de aguas tropicales; solo se registró una especie de agua subtropical, *Rhizosolenia hebetata*. En Salinas, los silicoflagelados incrementaron su abundancia en relación a los meses anteriores.

Asimismo, se observó zooplancton de aguas tropicales, como las larvas de eufáusidos (calyptopis) y Aulosphaeridae (radiolario); y un descenso de *Paracalanus parvus* (especie característica de agua subtropical).

Se registró dominancia de huevos y larvas de especies demersales en ambas estaciones (*Synodus sp.* (huavina) y *Citharichthys gilberti* (lenguado). Sin embargo, en Salinas se evidenció la disminución de huevos y larvas de pelágicos menores como *Cetengraulis mysticetus* (chuhueco).

4. PERSPECTIVAS

En el Pacífico ecuatorial central, se espera que se mantengan condiciones cercanas a los valores neutrales de temperatura y nivel medio del mar. El Índice multivariado subsuperficial (ICOST), prevé para octubre “Condiciones Normales” en el mar ecuatoriano.

De mantenerse las condiciones oceanográficas actuales (anomalías positivas de TSM) se vería afectada la fertilización en los primeros 50 m, consecuentemente disminuiría la productividad biológica.

De acuerdo al análisis del Modelo de Transferencia Lineal (MTL) y los modelos globales, se pronostica para octubre, en el perfil costero ecuatoriano y en el resto de la región costa precipitaciones por debajo de la normal; en la región sierra norte, dentro de la normal; en la sierra central y sur, bajo la normal; en la región amazónica y en la región insular normales.

En la región Litoral, precipitaciones ocasionales se concentrarán en las provincias del norte (Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas) y en la estibación de la cordillera occidental, lluvias ligeras en el sur del perfil costanero. En la región Interandina, se presentarán lluvias de intensidad ligera y ocasionalmente moderada, sin descartarse eventos puntuales.

En la región Amazónica: Se presentarán lluvias de intensidad variable con probabilidad de tormentas eléctricas en las estibaciones de la cordillera. En la región Insular, se esperan lluvias de ligera intensidad de tipo aislado.

5. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y de eventos hidrometeorológicos, los miembros del Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno

COMITÉ NACIONAL PARA EL ESTUDIO REGIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO

Período de análisis : 1-30 septiembre de 2019
Fecha de emisión : 30 de septiembre de 2019



El Niño (ERFEN), se reunieron en el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, el 30 de septiembre de 2019. Asistieron delegados de las siguientes instituciones: Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP), Dirección General de Aviación Civil (DGAC), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) y como invitado la Cruz Roja Ecuatoriana.

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico, meteorológico, biológico y químico apoyado en:

- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas, meteorológicas y mareográficas locales.
- El índice costero ecuatoriano (ICOST), índice multivariado subsuperficial construido en base a variables oceanográficas de la costa ecuatoriana (diez millas costa afuera) de las estaciones de Manta y La Libertad.
- El modelo de transferencia lineal (MTL), donde la predicción de la precipitación está en función del ICOST y el acumulado pluvial de las estaciones meteorológicas ubicadas en el borde costero, su resultado es la categorización de las precipitaciones (Sobre la Normal, Normal, Bajo la Normal).

El SNGRE mostró las estadísticas de eventos ligados a lluvias, incendios forestales y demás afectaciones para la época.

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales, regionales y modelos numéricos de predicción.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.

La DGAC aportó con su análisis basado en información de sus estaciones meteorológicas.

COMITÉ NACIONAL PARA EL ESTUDIO REGIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO

Período de análisis : 1-30 septiembre de 2019
Fecha de emisión : 30 de septiembre de 2019



INP presentó el análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas de 10 millas y de boyas Argo.

Cite este boletín como: Comité ERFEN-Ecuador, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 12-2019. www.inocar.mil.ec

Patricio **HIDALGO** Vargas

Capitán de Navío-EM

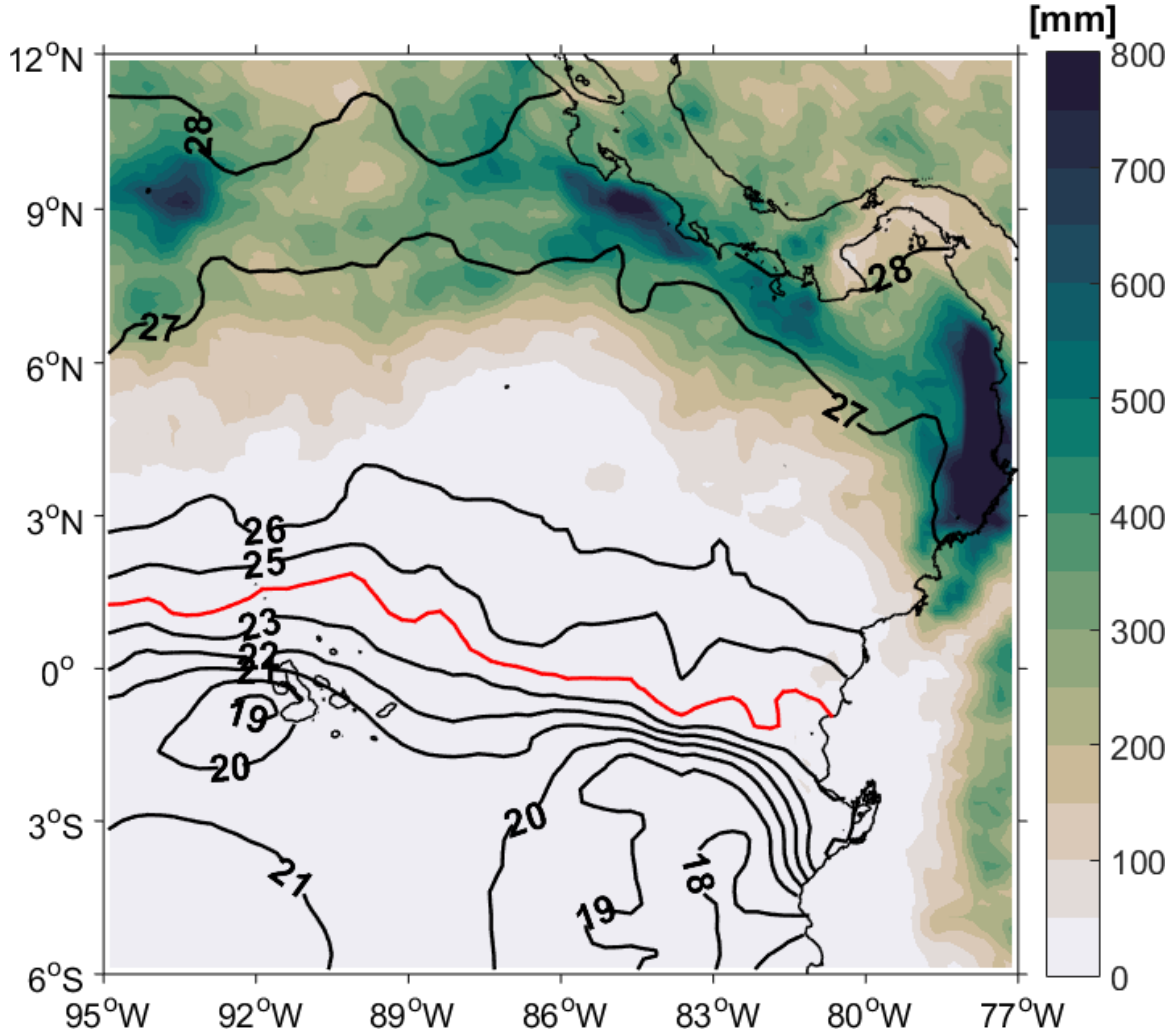
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

EPU

LVS/FHV/MHD/TDF/JNN/JFM/BMR/MOP/ATT/MDD/GSC/LBL/MTB/CNP/GAM/JGM/RBQ

BOLETÍN ERFEN No 14-2019
 Guayaquil, 31 de octubre de 2019

COMITÉ ERFEN: CONDICIONES NEUTRALES DE EL NIÑO



Promedio de Temperatura Superficial del Mar y acumulado de precipitación. Los colores representan el acumulado de precipitación, escala dada por la barra de colores. Los contornos representan la TSM en °C. Periodo de análisis 1-28 de octubre 2019. Fuente: TSM, NOAA High-resolution Blended Analysis-Daily Mean; Precipitation, NASA, disc2.gesdisc.eosdis.nasa.gov.

Los indicadores de eventos ENOS, tales como el ONI, MEI y SOI, estuvieron dentro de los umbrales considerados neutrales. La temperatura aumentó con respecto al mes anterior, y se observó alternancia de anomalías negativas y positivas alrededor del ecuador geográfico. Junto al borde costero continental, en una franja angosta, las anomalías fueron positivas; en tanto que desde el meridiano 83°O hacia Galápagos predominaron anomalías negativas. Se prevé que para mediados de noviembre, arribe una onda de Kelvin cálida a la costa ecuatoriana. Para el

trimestre noviembre-diciembre-enero, los pronósticos globales indican condiciones “Normales” de El Niño (Pacífico Central).

En La Libertad, a inicios de octubre, se presentó una alta concentración de clorofila (1.02 mg/m³), asociada a la abundancia de nutrientes, aguas tropicales y especies de aguas subtropicales. Asimismo se registró un aumento de fito-zoo-ictioplancton; condiciones favorables, en especial, para los recursos pelágicos pequeños en la Península de Santa Elena y en el estuario externo del Golfo de Guayaquil. A finales de octubre, de la línea ecuatorial hacia el norte se presentaron aguas bien oxigenadas bajas en nutrientes y clorofila en la columna de agua, con la presencia de estos dinoflagelados a 1 y 5 millas.

En cuanto a las observaciones biológicas y químicas registradas durante el crucero oceanográfico, 17 septiembre al 18 octubre/2019, al oeste de Isabela se presentó el afloramiento sobre la línea ecuatorial, con altas concentraciones de clorofila y nutrientes tanto a nivel superficial como subsuperficial hasta 30 m de profundidad.

Los sistemas atmosféricos que incidieron en la presencia de precipitaciones en Ecuador fueron desprendimientos de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), Perturbaciones Amazónicas y Variabilidad Tropical.

Los episodios de lluvias en Ecuador fueron más frecuentes en las últimas dos décadas del mes. Al norte y sur de la región Litoral, con lluvias ligeras a ocasionales moderadas; en la región Amazónica, con lluvias dispersas de variable intensidad y en la región Interandina, con precipitaciones entre ligeras a moderadas y en ciertas localidades de fuerte intensidad.

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

Las condiciones El Niño, al finalizar octubre fueron neutrales. Indicadores de eventos ENOS, como los índices Multivariado (MEI), Oceánico (ONI) y Oscilación Sur (SOI) estuvieron dentro de los rangos correspondientes a normales.

Las anomalías de TSM en el Océano Pacífico Tropical, fueron sobre la normal al Oeste de 140°O y bajo la normal al Este; sin embargo en la franja centrada en el ecuador geográfico (5°N y 5°S), se observaron anomalías alternantes de TSM, positivas y negativas, producto de la actividad de ondas de inestabilidad tropical. Cerca del borde costero, la TSM aumentó con relación al mes anterior, representativo del ingreso de aguas de mayor temperatura y menor salinidad del Norte. Por ejemplo en la localidad de Salinas, en septiembre, la TSM fue de 21°C y en octubre 23°C. Frente al Ecuador Continental, al Oeste de 82°O y al Sur del Frente Ecuatorial (FE), se mantuvieron anomalías negativas de TSM con valores de hasta -2°C. La distribución zonal de las isothermas del FE mostró un frente con una orientación casi horizontal, la cual varió hacia octubre, inclinándose 10° aproximadamente. Esto se debió a la intrusión de aguas de menor temperatura y mayor salinidad provenientes del Pacífico sureste. Similar comportamiento fue observado durante el Crucero Oceanográfico, realizado entre el 17 de septiembre y 18 de octubre.

Respecto a la estructura térmica de la columna de agua, en el ecuador geográfico se reportó el incremento de anomalías de temperatura subsuperficial del mar, que actualmente alcanzan hasta 150 m, desde el 180°O al 100°O. Las anomalías positivas, no han sido observadas en la

región oriental, al contrario, se reportaron anomalías negativas. En el monitoreo de las 10 millas costa afuera, la TSM varió entre 25.9°C en Esmeraldas; 24.4°C en Manta; 23.6°C en Puerto López, 23.7°C en La Libertad y 23.3°C en Anconcito, valores mayores a los observados en septiembre. La amplitud de la capa de mezcla (CM) en Esmeraldas, Manta y La Libertad, fue de 50 m, 46 m y 38 m, respectivamente. La base de la termoclina en Manta y La Libertad, estuvo en 58 m, con temperaturas de 14 y 15°C en su orden. En Esmeraldas el fin de la termoclina se ubicó en 68 m con 14°C de temperatura. La CM en las tres estaciones estuvo profundizada con respecto a su climatología, producto del ingreso de aguas tropicales del norte nombradas anteriormente. La Salinidad Superficial del Mar (SSM) fue menor en Esmeraldas (32.81) que en Manta (33.27) y La Libertad (33.31). La haloclina (34 ups) en Esmeraldas mostró la mayor profundización, entre 50 y 65 m aproximadamente. En el Pelado (provincia de Santa Elena), la termoclina y haloclina se profundizaron progresivamente desde inicios de octubre, ubicándose en alrededor de 33 m hacia el 24-octubre. Asimismo durante el crucero oceanográfico, se encontró que la profundidad de la temperatura de 20°C (Z20) fue mayor en las estaciones del norte (entre 1 y 2°N) y que la menor profundidad se registró al suroeste de Galápagos. La Z15 se profundizó al sureste de Galápagos, y osciló entre 60 - 100 m.

El Nivel del Mar en el Pacífico Tropical, reflejó la propagación de una onda de Kelvin de hundimiento (cálida) que incrementó sus valores en alrededor de 20 cm en el Pacífico Central. Se prevé su arribo a costas ecuatorianas a mediados de noviembre. En el área marítima ecuatoriana, durante octubre, las anomalías de nivel del mar no superaron los 5 cm. En la red mareográfica del Ecuador se registraron valores muy cercanos a lo normal, mientras que en la estación de Esmeraldas, se observaron valores negativos (últimos días de octubre).

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La ZCIT se ubicó entre 7° y 10° N, configurada como una banda continua en los primeros nueve días del mes, y del 24 al 27 de octubre, con actividad convectiva moderada y puntualmente fuerte; sin embargo, entre el 10 y 24, se presentaron cuatro tormentas tropicales en la zona del Pacífico Tropical nororiental, lo que entrecortó la continuidad de la ZCIT. La actividad convectiva fue significativa en la costa occidental de Colombia y debido a vientos del noreste se dio un aporte de humedad entre el 17 y 29 de octubre en la zona norte del Litoral.

Respecto a las Perturbaciones de la Amazonía, la actividad estuvo marcada por el ingreso de masas cálidas y húmedas en niveles bajos y medios de la tropósfera, provocando precipitaciones con intensidad entre ligeras a moderadas y algunos episodios fuertes con tormentas eléctricas en la Amazonía y ciertas localidades del callejón Interandino.

El sistema del Alta Semipermanente del Pacífico Sur (ASPS), se configuró en forma zonal conformada por un núcleo de acción con un valor promedio de 1025.0 hPa, desplazando su eje de dorsal hacia las costas de Chile y Perú, ubicándose en un área comprendida entre 25° a 37°S y 80° a 100°O, ocasionando el incremento de la velocidad del viento y lloviznas en la zona sur del litoral ecuatoriano.

La Oscilación Madden-Julian (MJO) presentó una fase neutral e inactiva sobre la región tropical de Sudamérica durante la mayor parte del mes, sin tener incidencia directa en las precipitaciones ocurridas durante este periodo.

El análisis de las condiciones meteorológicas superficiales durante el Crucero de Investigación Oceanográfico, mostraron un incremento de viento en el sur del mar territorial, con dirección predominante desde el sureste entre las 86°O y 92°O; mientras que del 81°O al 83°O, el viento prevaleció de la dirección suroeste, con velocidades de 2 a 14 m/s, lo que generó inversiones frontales que permitieron precipitaciones intermitentes. La temperatura superficial del aire, fue menor a la TSM, con diferencias que oscilaron entre 0.5°C (norte del ecuador geográfico) y 2°C (sur del ecuador geográfico), con las temperaturas más bajas al sur. La humedad relativa fluctuó entre 70 a 100 %, con valores más altos al sur, debido a que la inversión térmica estuvo más cercana a la superficie, permitiendo mayor cantidad de humedad. Estas condiciones atmosféricas provocaron una nubosidad permanente, del tipo nimbostratos y estratocúmulos.

Del análisis climatológico se deduce que en la Región Litoral, las precipitaciones estuvieron “Bajo la Normal”, excepto en las estaciones de Esmeraldas, La Concordia, Santo Domingo y Puerto Bolívar, que estuvieron ligeramente “Sobre la Normal”. En la región Interandina, en la mayoría de estaciones, se registraron precipitaciones alrededor de su “Normal”. Para la región Amazónica se registraron precipitaciones dentro de lo “Normal”, con excepción de las estaciones El Coca-aeropuerto, Macas-aeropuerto, Jumandy-aeropuerto y Nuevo Rocafuerte, que estuvieron “Sobre la normal”.

Durante octubre (1 al 28) se registraron un total de 137 incendios forestales (INF), los mismos se distribuyen de la siguiente manera: 44 INF menores a 2 ha de afectación, 64 INF entre 2 y 10 ha quemadas y 29 INF cuyas hectáreas quemadas fueron superiores a 10. Estos incendios han dejado: 1 fallecido, 2 heridos y 845.89 ha de cobertura vegetal quemada. Las provincias más afectadas en cuanto a esta variable son: Guayas (332 ha/36 eventos), Manabí (170 ha/ 17 eventos) y Loja (100 ha/ 13 eventos), tan sólo estas 3 provincias, de un total de 16 suman el 71% de afectación a nivel nacional.

En lo relacionado con las lluvias y demás condiciones atmosféricas se presentaron en total 53 eventos, los mismos han dejado 1 fallecido, 2 heridos, 110 afectados, 8 damnificados, 11 viviendas afectadas, 2 destruidas, 1 centro de salud afectado y 482 metros lineales de vías afectadas. Las provincias con más eventos de este tipo son: Pastaza (15), Orellana (8), Pichincha (7), Zamora Chinchipe (5) y Morona Santiago (5), estas 5 provincias de un total de 12 constituyen el 75% de ocurrencia de eventos a nivel país. Los deslizamientos han sido los eventos más frecuentes con 55% del total, seguido por inundaciones (28%), entre lo más destacado.

3. CONDICIONES QUÍMICAS- BIOLÓGICAS

En las estaciones fijas 10 millas, el oxígeno disuelto, en la primera semana de octubre, en superficie presentó concentraciones entre 4.75 ml/l (Esmeraldas) y 4.84 ml/l (La Libertad). La isolínea de 2.5 ml/l, se ubicó a 60 m en Esmeraldas y a 50 m en Manta y La Libertad, observándose una profundización en relación a septiembre 2019. La base de la oxiclina estuvo entre 50 a 75 m en las estaciones de Esmeraldas y entre 30 a 40 m en La Libertad y Manta. El contenido de oxígeno disuelto por debajo de la oxiclina se presentó entre 2.10 ml/l (máximo en Manta) y 1.51 ml/l (mínimo en Esmeraldas). Durante la tercera semana de octubre, a nivel superficial las concentraciones de oxígeno disuelto registraron valores mayores a 5.0 ml/l hasta aproximadamente los 20 m en ambas localidades, a nivel subsuperficial se observó la isolínea de 2.0 ml/l a partir de 40 m en Pto. López y en Salinas.

En la primera semana, superficialmente las concentraciones de nitrato y fosfato fueron menores al mes anterior, sin embargo se mantienen nutritivas de acuerdo con la época, con valores inferiores a 2.50 $\mu\text{g-at/l}$ (NO_3) y 0.50 $\mu\text{g-at/l}$ (PO_4) en los primeros 50 m en Esmeraldas, mientras que en Manta y La Libertad hasta 40 m. La nutriclina se presentó en Esmeraldas a los 70 m, en Manta y La Libertad entre los 40 a 50 m. Por debajo de la nutriclina se presentaron aguas con un bajo contenido de nutrientes (nitrato y fosfato) con concentraciones en un rango de 0.62 $\mu\text{g-at/l}$ a 24.78 $\mu\text{g-at/l}$ (Nitrato) y 1.71 $\mu\text{g-at/l}$ a 2.90 $\mu\text{g-at/l}$ (Fosfato). Al contrario, durante la tercera semana del mes, en Puerto López y Salinas se registraron masas de agua pobres en nutrientes que se ubicaron hasta aproximadamente los 20 m, disponibilidad y consumo de los nutrientes alrededor de 30 m, y el ascenso de estos elementos para fertilizar, lo que generó procesos fotosintéticos débiles en ambas estaciones (relación nitrógeno/fósforo de -0.5), que reflejaría la baja productividad del ecosistema.

En las estaciones de muestreo, La Libertad registró la mayor productividad primaria a 30 m de profundidad con 1.02 mg/m^3 . Se observó una disminución de clorofila en las tres estaciones muestreadas en toda la columna de agua, debido a la baja abundancia de especies de fitoplancton de Aguas Subtropicales, en relación con el mes anterior.

En Esmeraldas se registró el incremento poco frecuente del tintinnido *Rhabdonella spiralis* típico de Aguas Tropicales. Cabe mencionar que en Manta y Esmeraldas se observó a nivel superficial un leve incremento de diatomeas y dinoflagelados de Aguas Tropicales tales como: *Pseudosolenia calcar-avis* y *Amphisolenia bidentata* respectivamente.

En Puerto López los grupos fitoplanctónicos más representativos fueron las diatomeas y los dinoflagelados, sus abundancias disminuyeron notablemente para octubre, la especie más abundante a nivel superficial fue el dinoflagelado *Goniodoma polyedricum*, mientras que en la columna de agua fue *Protoperidinium depressum*, ambas especies de aguas tropicales; y la diatomea *Thalassiosira eccentrica* tanto en superficie como en columna.

En Salinas predominó la diatomea *Rhizosolenia hebetata*, especie de hábitat de aguas subtropicales, mientras que los dinoflagelados presentaron un descenso en las densidades celulares. En Anconcito también se observó disminución de fitoplancton, con un ligero incremento de *Ceratium*.

En la localidad de Puerto López para octubre las concentraciones de zooplancton disminuyeron con respecto al mes anterior, registrando cambios en la composición con presencia de especies de afinidad tropical; en la capa superficial fue notoria la presencia de radiolarios de la familia Aulosphaeridae y apendicularios; en la columna de agua se observó una variedad de especies del grupo de foraminíferos planctónicos (Globigerinas, Globorotalia, Orbulina y Globigerinoides) y abundancia de copépodos cyclopoida (*Oncaea media*, *Oithona similis*, *O. plumifera*). En la estación de Salinas se observó un ligero incremento de zooplancton con respecto a septiembre, este aumento se atribuye a la frecuencia de especies de aguas con temperaturas menores a 24 °C, como *Paracalanus parvus*, *Oncaea cleveis* y de los radiolarios de la familia Aulosphaeridae; adicionalmente, se registró el copépodo *Calanus chilensis*, copépodo endémico de la Corriente de Humboldt (Escribano y Rodríguez, 1994; Giraldo et al., 2002).

La composición de foraminíferos planctónicos, en la primera quincena de octubre 2019, indicó mezcla de aguas de distinta procedencia, con predominio de especies de aguas tropicales

propias de la época (*G. dutertrei*, *G. ruber*, *G. aequilateralis*) y ligera intrusión (~5%) de fauna de aguas oceánicas cálidas en superficie y columna de agua de La Libertad y Manta (*G. menardii*); adicionalmente, se observó bajo porcentaje < 15%, de fauna de aguas frías nutritivas (*G. bulloides*).

En relación a los sifonóforos y medusas en la estación de Anconcito, se observaron especies de aguas oceánicas cálidas en ambos estratos a 10 millas, desplazándose superficialmente hasta 5 millas, donde se registró presencia de mezcla de especies tropicales y subsuperficiales en toda la columna.

Al comparar la abundancia de ictioplancton entre agosto y octubre, se pudo apreciar que en este último mes en Puerto López las densidades de huevos y larvas de peces fueron bajas. Mientras que en Salinas se registró un incremento de estos organismos, las cuales estuvieron representadas por especies de peces de hábitat costeros-someros como los engráulidos (chuhueco) y arrecifales como los synodontidos (guavina).

Por otro lado la presencia de individuos adultos de peces pelágicos pequeños, estuvo representada mayormente por botella y macarela (46 y 44 % respectivamente), registrándose un notorio incremento en sus desembarques en relación a meses anteriores; el grupo otros en octubre representó el 8% (Chazo, gallineta, trompeta). Se registró como zonas de pesca el estuario externo del Golfo de Guayaquil, y alrededor de la puntilla de Santa Elena, y en menor proporción frente a la zona centro-norte de la provincia de Manabí (Crucita, Bahía de Caráquez).

Durante el crucero regional se observaron las siguientes condiciones química-biológicas:

- El oxígeno disuelto a nivel superficial presentó concentraciones entre 6.0 ml/l a 3.92 ml/l, características de aguas del Pacífico Ecuatorial. Los nutrientes registran valores congruentes con la época, con concentraciones relativamente altas desde la línea Ecuatorial hasta 3°S en las secciones 82° O y 1° S a 2° S en las secciones 86° O, 89° O y 92° O, como producto de la Corriente de Humboldt. La nutriclina se observó entre los 30 m a 50 m, siendo más profunda en las estaciones ubicadas al norte del área de estudio y ligeramente superficial sur.
- A nivel subsuperficial la capa mínima de oxígeno (0.5 ml/l) se evidenció bajo los 200 m llegando en algunos casos a 600 m. En relación a los nutrientes las concentraciones que se presentaron son concordantes con las condiciones normales para la época.
- En la sección 92° O, al oeste de Isabela, se observaron afloramientos y altos valores de clorofila y nutrientes en los primeros 30 m. El oxígeno disuelto mostró valores bajos en comparación a lo presentado en las otras secciones, originando el descenso de la isolínea de 2.5 ml/l en las secciones 89°O y 92° O
- La mayor abundancia superficial del zooplancton se encontró desde la línea ecuatorial, hacia el sur, entre las secciones 82°O, 86°O y 89°O, siendo la sección 86°O, ubicada en la línea ecuatorial, la que presentó la mayor densidad, con un total de 127628 ind/100 m³, de los cuales el 48% fueron representados por radiolarios, seguido por los copépodos, 38%, a nivel superficial.
- La mayor densidad de copépodos estuvo distribuida desde hacia el sur del ecuador geográfico, con el mayor número de individuos en 2°S – 89°O, con 72160 ind/100m³ que representa el 72%.

- En la columna de agua (0-50m) de profundidad, las mayores abundancias se encontraron desde 0° hacia el sur entre las secciones 82°O y 89°O, entre los cuales en 0° - 89°O, presentó la mayor densidad, con un total de 32870 ind/100m³ de los cuales el 64% fueron representados por copépodos, seguido por los radiolarios con el 14%.

4. PERSPECTIVAS

Los modelos e índices regionales y globales indican condiciones El Niño Neutral en el Pacífico Central (región Niño 3.4, 70% de probabilidad) hasta fines de diciembre del presente año. Las predicciones de TSM en la región Niño 1+2 también muestran anomalías dentro de los umbrales "Normal" para el trimestre diciembre-enero-febrero. El modelo local ICOST pronostica condiciones oceanográficas dentro de lo normal para noviembre.

Se prevé que las condiciones químicas y biológicas sean propias para la época, con un incremento de especies planctónicas típicas de aguas tropicales y en las poblaciones pesqueras con un aumento paulatino de los desembarques de *Scomber japonicus* (macarela) y disminución de *Auxis* sp (botella) para los siguientes meses.

De acuerdo al análisis del Modelo de Transferencia Lineal (MTL) y los modelos globales, se pronostican precipitaciones dentro de lo "Normal" en el perfil costero ecuatoriano, la región costa-interior, centro y sur de la región Interandina, región amazónica y región insular; mientras que se prevén precipitaciones "sobre la Normal" al norte de la región Interandina.

La tendencia de la precipitación hasta el 14 de noviembre es:

En la región Litoral, precipitaciones durante los primeros días de noviembre en la zona norte y sur y posteriormente tienden a incrementarse en el interior norte, sin descartar tormentas eléctricas. Además, se presentarán lloviznas ocasionales y ligeras en la zona centro de la región.

En la región Interandina, lluvias y lloviznas dispersas a lo largo de la región. En la zona norte y sur, es probable que se registren los episodios de mayor intensidad, los cuales pueden estar acompañados de tormentas eléctricas aisladas.

En la región Amazónica, precipitaciones de variable intensidad, acompañadas de tormentas eléctricas ocasionales. Durante la segunda semana de noviembre, el contenido de humedad aumentará, en consecuencia, las lluvias podrían incrementar su intensidad y frecuencia.

En la región Insular, lloviznas dispersas especialmente en horas de la mañana.

5. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y de eventos hidrometeorológicos, los miembros del Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), se reunieron en la Universidad de la Península de Santa Elena, el 31 de octubre de 2019. Asistieron delegados de las siguientes instituciones: Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP), Escuela Superior Politécnica del Litoral, Universidad de la Península de Santa Elena, Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) y como invitado la Cruz Roja Ecuatoriana.

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico, meteorológico, biológico y químico apoyado en:

COMITÉ NACIONAL PARA EL ESTUDIO REGIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO

Período de análisis : 1-31 octubre de 2019
Fecha de emisión : 31 de octubre de 2019



- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas, meteorológicas, mareográficas locales y crucero oceanográfico.
- El índice costero ecuatoriano (ICOST), índice multivariado subsuperficial construido en base a variables oceanográficas de la costa ecuatoriana (diez millas costa afuera) de las estaciones de Manta y La Libertad.
- El modelo de transferencia lineal (MTL), donde la predicción de la precipitación está en función del ICOST y el acumulado pluvial de las estaciones meteorológicas ubicadas en el borde costero, su resultado es la categorización de las precipitaciones (Sobre la Normal, Normal, Bajo la Normal).

El SNGRE mostró las estadísticas de eventos ligados a lluvias, incendios forestales y demás afectaciones para la época.

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales, regionales y modelos numéricos de predicción.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.

INP presentó el análisis de observaciones, mediciones en estaciones oceanográficas de 10 millas, de boyas Argo y del monitoreo permanente de la pesquería de peces pelágicos pequeños.

La ESPOL presentó información global (altimetría) regional y local (estación oceanográfica El Pelado).

La UPSE presentó resultados de los indicadores biológicos de la estación fija de Anconcito.

Cite este boletín como: Comité ERFEN-Ecuador, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 14-2019. www.inocar.mil.ec

Patricio **HIDALGO** Vargas

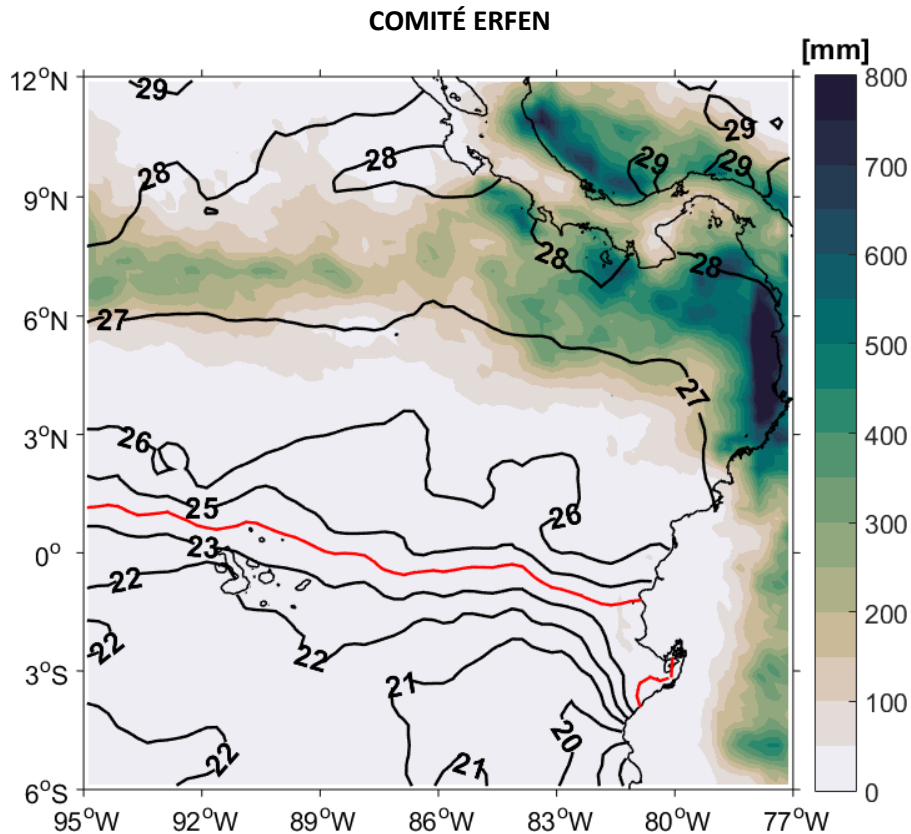
Capitán de Navío-EM

PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

EPU

LVS/SRM/JCO/MHD/JGR/BMR/AS /MFA/CNP/MTB/JGM/GCP/NGC/RNO/CAR/GTC/JK

BOLETÍN ERFEN No 15-2019
 Guayaquil, 29 de noviembre de 2019



Acumulado de precipitación y promedio de temperatura superficial del mar, 1-26 noviembre 2019.

Resumen

El régimen pluviométrico a nivel nacional estuvo asociado básicamente al acoplamiento de varias ondas ecuatoriales, las perturbaciones de la Amazonía y procesos de termodinámica local. De manera general las precipitaciones en el litoral fueron de esporádicas; en la región oriental y callejón interandino fueron de intensidad variable.

La información obtenida de bases globales de nivel del mar, anomalías de nivel del mar y la red mareográfica en el Ecuador registraron regiones con anomalías cercanas a 10 cm, así como en las estaciones costera del INOCAR.

Los registros de las estaciones 10 millas de INOCAR e INP, mostraron estructuras térmicas y halinas relacionadas con influencia de aguas del norte, Agua tropical Superficial. Los organismos plantónicos (fito y zoo) no solo corresponden a hábitat de Agua Tropical Superficial también a Agua Superficial Subtropical.

Los modelos locales y globales prevén que las condiciones del océano sean cálidas y de precipitación bajo la normal para el perfil costero, la región costa e insular alrededor de su normal, amazónica, en la región sierra en el centro y norte de la región, mientras que en el sur se prevé ligeramente sobre las normales. La región Amazónica prevé precipitaciones ligeramente sobre su normal.

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

Los indicadores de El Niño, ONI y MEI, se encontraron neutrales; analizando la distribución de sus valores los mismos no son comparables con algún periodo El Niño histórico.

La temperatura superficial del mar (TSM) en el Pacífico Ecuatorial presentó distribuciones y valores cercanos a los esperados para noviembre. Entre Ecuador continental e Islas Galápagos las isotermas, 22°C y 26°C, que representan el Frente Ecuatorial (FE) estuvieron dispersas, lo que significó que está debilitado. Las anomalías positivas de TSM prevalecieron en la región del FE con valores de hasta 1.5°C. Frente a las costas del Ecuador las anomalías de TSM no superaron 1°C.

En las estaciones 10 millas costa afuera a nivel superficial (< 2 m) monitoreadas por el INOCAR e INP, el promedio de la TSM fue 24.8°C. Los valores observados frente a Esmeraldas (26.4°C), Manta (24.8°C), Puerto López (24.4°C), La Libertad (24.1°C), Salinas (24.3°C) y Puerto Bolívar (24.0°C), presentaron una disminución general de norte hacia el sur. La isoterma de 20°C se ubicó menos profunda en Puerto Bolívar (21 m) y La Libertad (26 m), mientras en el resto de las estaciones se ubicó por debajo de los 30 m de profundidad; y el promedio de la salinidad fue de 33.1 ups. Puerto Bolívar presentó a nivel superficial valores superiores a 33.4 ups y el menor valor se registró en Esmeraldas con 32.7 ups. Bajo los 50 m las cuatro estaciones mostraron un comportamiento similar alrededor de los 35 ups.

En el Pacífico Ecuatorial, el nivel medio del mar (NMM) mostró un parche de anomalías positivas en 165°E, en la región más oriental (12°N-6°S / 110°W-75°W) el análisis de ADT-SLA registró el aumento paulatino de las anomalías positivas del nivel del mar en los últimos 4 meses. Registros de la red monitoreo de INOCAR, el NMM presentó tendencia creciente de valores positivos (+10 cm) en todas las estaciones.

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se configuró como una banda definida y sinuosa aunque en ciertos intervalos presentaba discontinuidad, sobre todo durante la primera y última década, siendo más activa en la segunda. Interactuó con algunos sistemas de baja presión del Pacífico (Tormentas Tropical Raymond y la Depresión Tropical Veintiuno – E), incidió sobre los territorios del sur de Centroamérica y

costas occidentales de Colombia. Durante los últimos días, la ZCIT mostró un desprendimiento importante de humedad hacia el sur, acorde al cambio estacional y al paulatino incremento de la TSM en la zona ecuatorial. En consecuencia, se registraron algunas precipitaciones ligeras y puntualmente moderadas en el norte e interior del Litoral. El eje principal de la ZCIT se localizó en promedio entre los 7 y 9° de latitud norte.

La divergencia derivada a la circulación del Alta de Bolivia sumado a la liberación de calor latente existente en la cuenca amazónica, ocasionaron la formación de amplias áreas de inestabilidad atmosférica en esta parte del continente. La circulación del viento principalmente en niveles bajos y altos de la tropósfera favoreció el transporte de humedad hacia el Ecuador, incidiendo directamente hacia las regiones oriental e Interandina con lluvias de variable intensidad; y un remanente de humedad hacia el interior litoral ecuatoriano provocó precipitaciones ligeras.

El Alta Semipermanente del Pacífico Sur se configuró en forma zonal con un núcleo de acción promedio de 1029.0 hPa, desplazando su eje de dorsal hacia las costas de Chile, Perú, y ligeramente al centro y sur de Ecuador. Su centro de alta presión se ubicó en un área comprendida entre 30° a 35°S y 80° a 100°O, posición relativamente normal para la época pero con una intensidad anómala de +6 hPa.

La Variabilidad Tropical asociada a la MJO se presentó activa en nuestra región entre el 7 y 17 de noviembre, favoreciendo actividad convectiva tanto en continente como en la ZCIT; mientras en el resto del mes, se presentó inactiva, lo cual debilitó la actividad principal de la ZCIT.

El Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencia informó que en noviembre (1 al 28) se registraron un total de 22 incendios forestales (INF): 6 INF menores a 2 *ha* de afectación, 9 INF entre 2 y 10 *ha* quemadas y 7 INF superiores a 10 *ha*. Estos incendios han dejado 159.39 *ha* de cobertura vegetal quemada. Las provincias más afectadas son Guayas (79 *ha*/7 eventos), Manabí (53 *ha*/ 5 eventos) y Loja (10.8 *has*/ 3 eventos), constituyeron el 90% de afectación a nivel nacional.

En lo que respecta a impactos por lluvias, se presentaron en total 15 eventos, los mismos han dejado 7 afectados, 27 damnificados, 20 viviendas afectadas, 2 destruidas, 1 unidad educativa afectada y 298 m lineales de vías afectadas. Las provincias con más eventos de este tipo son Pichincha (9) y Zamora Chinchipe (3) constituyeron el 80% de ocurrencia de eventos a nivel país. Las inundaciones han sido el evento más frecuente con 40% del total, seguido por colapsos estructurales (20%), y deslizamientos (20%), entre lo más destacado.

3. CONDICIONES QUÍMICAS- BIOLÓGICAS

En la primera semana de noviembre, el oxígeno disuelto (OD) en superficie presentó concentraciones entre 4.76 ml/l (Esmeraldas) y 5.18 ml/l (Puerto Bolívar), siendo ligeramente mayor que en octubre/2019. La capa de mayor oxigenación se registró desde la superficie hasta los 30 m en Esmeraldas, 20 m en Manta-Puerto Bolívar y 10 m en La Libertad.

La isolínea de 2.5 ml/l, estuvo en 50 m en Manta y 40 m en el resto de las estaciones. La oxiclina se presentó a 10 m en La Libertad, profundizándose tanto al norte como en el sur entre 30 y 40 m. El contenido de OD por debajo de la oxiclina mostró valores entre 2.21 ml/L (Esmeraldas-50m) y 1.61 ml/L (Puerto Bolívar -78m).

Superficialmente presentaron concentraciones ligeramente menores al mes anterior de nitrato y fosfato, con valores inferiores a 2.5 $\mu\text{g-at/L}$ (NO_3) y 0.50 $\mu\text{g-at/L}$ (PO_4) en los primeros 20 m en Esmeraldas, mientras a 10 m en el resto de las estaciones. La nutriclina se presentó en Esmeraldas entre 40-50 m, y el resto de las estaciones entre 20-30 m; por debajo de la nutriclina se presentaron aguas con un contenido de nutriente (nitrato y fosfato) con concentraciones en un rango de 6.50 $\mu\text{g-at/L}$ a 25.02 $\mu\text{g-at/L}$ (Nitrato) y 0.34 $\mu\text{g-at/L}$ a 2.50 $\mu\text{g-at/L}$ (Fosfato)

En las estaciones de Puerto López y Salinas durante la segunda quincena, se registraron concentraciones de OD entre 4.5-5.0 ml/l hasta aproximadamente los 40 m, a nivel subsuperficial la isolínea de 2.0 ml/l se ubicó alrededor de los 80 m en Puerto López y 60 m en Salinas. En la capa superficial la relación NO_3/PO_4 registró valores menores a 2 hasta los 40 m y de 50 a 100 m el aporte de nutrientes mantuvo la relación de 1:10; adicionalmente los procesos fotosintéticos débiles se generaron en la capa superficial con un valor de -0.2 Utilización Aparente de Oxígeno (UOA).

La estación fija de Manta registró altos núcleos de clorofila profundizándose desde los 30m hasta los 100 m siendo sus mayores valores de 3.27, 4.21 y 3.28 mg/m^3 a los 40, 50 y 75 m respectivamente. Se observó un incremento de clorofila en las demás estaciones, cabe resaltar que en La Libertad y Puerto Bolívar también se observaron núcleos de clorofila a una profundidad de 20 m y 75 m, debido a la alta abundancia de especies de Aguas Subtropicales tales como: *Thalassiosira subtilis*, *Bacteriastrum hyalinum* y *Bacteriastrum sp.*.

Cabe mencionar en Esmeraldas en el estrato vertical, se observó alta abundancia de *Pseudosolenia calcar-avis*, típica de Aguas Tropicales y Oceánicas, así también en este sitio se registró la mayor riqueza zooplanctónica en el estrato superficial con 59768 Org/100m³.

El grupo con mayor abundancia relativa fueron los copépodos con el 32% al 64%, en su mayoría representado por el orden Calanoida, abundancia menor al mes anterior. Dominando, en Manta *Oithona plumifera* y *Canthocalanus pauper*, especies de aguas oceánicas de temperaturas de 24 a 25°C, mientras en La Libertad dominaron *Oncaea conifera* y *Clausocalanus jobei*, especies de aguas subtropicales oceánica-costeras de temperaturas entre 23 y 24 °C.

En la segunda quincena de noviembre tanto en Puerto López y Salinas, se incrementó la abundancia del zooplancton con respecto a octubre. En Salinas, contribuyó en mayor grado los copépodos *Paracalanus parvus* y *Oncaea cleveis*. En Puerto López, tanto en superficie como en la columna de agua se observó gran cantidad de copepoditos, Cyclopoida (*Oncaea media*, *O. venusta*, *Oithona rigida*) y foraminíferos planctónicos (Globigerinas, Globorotalia y Orbulina). En ambas estaciones se observó una menor abundancia y riqueza de huevos y larvas de peces en relación a octubre. Puerto López se caracterizó por huevos de peces de hábitat demersal como *Prionotus stephanophrys* (gallineta), sin embargo las larvas no fueron representativas. Por otra parte, Salinas, registró que el grupo dominante fueron los pelágicos costeros, representado por huevos y larvas de *Cetengraulis mysticetus* (chuhueco).

4. PERSPECTIVAS

De acuerdo a la climatología, diciembre constituye el mes de transición de la temporada seca a la lluviosa y de acuerdo al análisis del Modelo de Transferencia Lineal (MTL) y los modelos globales, se pronostica en la región costa e insular las precipitaciones se encontrarán alrededor de su normal, excepto el perfil costero que se prevé ligeramente bajo la normal. En la región sierra las precipitaciones serán alrededor de sus normales en el centro y norte de la región, mientras que en el sur se prevé ligeramente sobre las normales. La región Amazónica prevé precipitaciones ligeramente sobre su normal.

El índice multivariado subsuperficial (ICOST), prevé para diciembre “Condiciones Cálidas”; además de continuar el ingreso de aguas cálidas provenientes del norte se prevé el incremento de especies de aguas tropicales propias del cambio de estación y la profundización de la termoclina, oxiclina y nutriclina.

Particularmente para los primeros 10 días de diciembre las precipitaciones serán:

Región Litoral. – Se prevé que las precipitaciones continúen durante los primeros días de diciembre en la zona norte del litoral, posteriormente tienden a incrementarse en la zona interior de la región sin descartar tormentas eléctricas en estos sectores.

COMITÉ NACIONAL PARA EL ESTUDIO REGIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO

Período de análisis : 1-29 noviembre de 2019
Fecha de emisión : 29 de noviembre de 2019



Región Interandina. – Lluvias y lloviznas dispersas a lo largo de la región; en la zona norte y sur, es probable que se registren los episodios de mayor intensidad los cuales pueden estar acompañados de tormentas eléctricas aisladas.

Región Amazónica. - Se prevé que las precipitaciones se presenten de variable intensidad acompañadas de tormentas eléctricas ocasionales, principalmente en estribaciones de cordillera oriental de Los Andes.

Región Insular. - Lloviznas dispersas en San Cristóbal, mientras que en el resto de la región se presentarán de manera ocasional.

5. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y de eventos hidrometeorológicos, los miembros del Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), se reunieron en las instalaciones del INAMHI, el 29 de noviembre de 2019. Asistieron delegados de las siguientes instituciones: Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), Dirección General de Aviación Civil y como invitado vía video conferencia el Ministerio de Agricultura.

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico, meteorológico, biológico y químico apoyado en:

- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas, meteorológicas y mareográficas locales.
- El índice costero ecuatoriano (ICOST), índice multivariado subsuperficial construido en base a variables oceanográficas de la costa ecuatoriana (diez millas costa afuera) de las estaciones de Manta y La Libertad.
- El modelo de transferencia lineal (MTL), donde la predicción de la precipitación está en función del ICOST y el acumulado pluvial de las estaciones meteorológicas ubicadas en el borde costero, su resultado es la categorización de las precipitaciones (Sobre la Normal, Normal, Bajo la Normal).

El SNGRE mostró las estadísticas de eventos ligados a lluvias, incendios forestales y demás afectaciones para la época.

COMITÉ NACIONAL PARA EL ESTUDIO REGIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO

Período de análisis : 1-29 noviembre de 2019
Fecha de emisión : 29 de noviembre de 2019



El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales, regionales y modelos numéricos de predicción.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, de radiosondeo atmosféricas y estaciones hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.

INP presentó el análisis de observaciones, mediciones en estaciones oceanográficas de 10 millas y de boyas Argo.

Cite este boletín como: Comité ERFEN-Ecuador, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 15-2019. www.inocar.mil.ec

Patricio **HIDALGO** Vargas
Capitán de Navío-EM
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

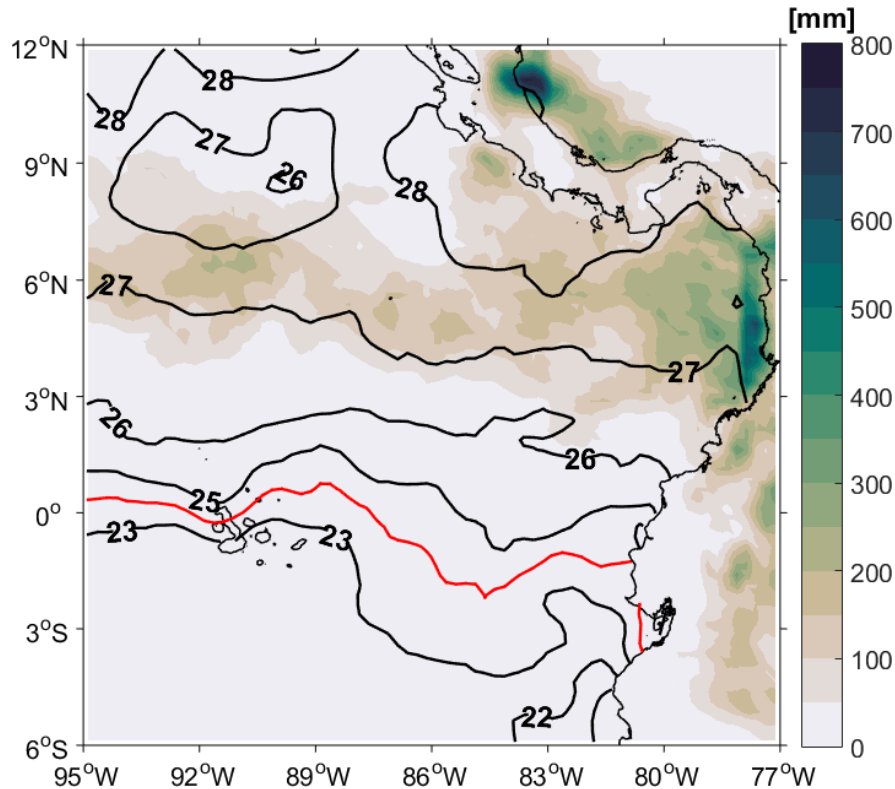
EPU

FHV/JNN/MHD/JGR/BMR/JFM/MDD/MOP/CNP/MTB/JGM/GAM/RNO/ESL/GS

BOLETÍN ERFEN No 16-2019

Guayaquil, 18 diciembre de 2019

COMITÉ ERFEN



Acumulado de precipitación y promedio de temperatura superficial del mar, 1-15 diciembre 2019.

Resumen

Las condiciones oceanográficas en el Pacífico ecuatorial central, mostraron indicadores de eventos El Niño dentro de los umbrales considerados neutrales. Asimismo en las estaciones de monitoreo local, se observaron condiciones oceanográficas cercanas a lo normal.

En relación a las condiciones Químicas- Biológicas del 3 al 9 de diciembre, se registró un incremento en la productividad primaria a nivel subsuperficial y oxígeno disuelto, en La Libertad y Puerto Bolívar, como consecuencia de la alta abundancia de diatomeas de Aguas Subtropicales y bajas concentraciones de nutrientes (nitrato y fosfato). En Esmeraldas se observó la presencia de especies de Aguas Tropicales (Diatomeas y Dinoflagelados), en toda la columna de agua, lo cual se relaciona con el incremento de fosfato en esta estación.

Entre el 10 y 11 de diciembre, el flujo de nutrientes hacia la superficie fertilizó la columna de agua generando procesos de consumo y regeneración, que fueron más intensos en Puerto López, observando un incremento de organismos del plancton con relación a noviembre, Mientras que en Salinas, las concentraciones de fitoplancton y zooplancton mantuvieron el incremento con excepción del ictioplancton (huevos y larvas) que presentó un descenso.

El régimen pluviométrico a nivel nacional estuvo asociado básicamente al acoplamiento de varias ondas ecuatoriales siendo los días 1, 5, 6 y 9 de diciembre los de mayores precipitaciones, lo que activó en ciertas ocasiones la actividad convectiva de la ZCIT. Este sistema se configuró como una banda entre cortada conformada por nubosidad estratiforme y núcleos convectivos aislados de ligera actividad, aportando con humedad hacia el norte e interior del litoral; las perturbaciones de la Amazonía incidieron directamente con lluvias de intensidad de ligeras a moderadas con episodios con tormentas eléctricas hacia las regiones oriental, callejón interandino y remanente de humedad hacia el litoral ecuatoriano, los cuales originaron precipitaciones ligeras y esporádicas.

Los modelos locales y globales prevén condiciones oceanográficas normales y precipitaciones por debajo de su normal para el perfil costero y la costa centro-sur e insular, alrededor de su normal en la sierra en el centro y norte, mientras que en el sur se prevé ligeramente sobre la normal. En la región Amazónica y zona interior norte de la costa se prevén precipitaciones ligeramente sobre su normal.

1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

En general en el Pacífico ecuatorial central, región (Niño 3.4), las condiciones oceanográficas son neutrales, los indicadores de El Niño, como ONI, SOI y MEI, se encuentran en sus rangos de neutralidad.

La TSM en el Pacífico ecuatorial, mostró anomalías positivas menores a 1°C al oeste de 160°O, y variables hacia el continente, con predominio de valores neutrales. Entre Ecuador y Galápagos el FE estuvo delimitado por las isoterms de 23°C y 26°C, las que estuvieron dispersas. Frente a la costa del Ecuador se observaron anomalías positivas mayores a 1.5°C.

En el Pacífico Ecuatorial Oriental, el nivel superficial del mar mantiene condiciones cercanas a lo normal, mientras en el océano entre 160°E y 160°O, se observa un parche de anomalías positivas en desarrollo. Se observó la formación de un parche de anomalías positivas centrado cerca de los 175°E, como también valores cercanos a lo normal desde los 145°O hasta costas americanas. La altura dinámica y la anomalía del nivel del mar (12°N 6°S - 110°O 75°O) presentan en los primeros 15 días de diciembre, condiciones positivas (+10cm) en toda la región.

Entre el 5 y 7 de diciembre, en las estaciones de Manta y La Libertad, se observó una profundización de 10 m de la capa de mezcla (CM) comparada con noviembre; mientras que entre el 10 y 11 de diciembre, en Puerto López y Salinas, la CM se superficializó en más de 15 m.

En los primeros quince días, los registros de la red mareográfica del Inocar presentaron anomalías positivas del NMM menores a 10 cm con tendencia a disminuir.

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La ZCIT se presentó como una banda entre cortada conformada por nubosidad estratiforme y núcleos convectivos aislados de ligera actividad. Las masas cálidas afectaron el sur de Centroamérica y las costas occidentales de Colombia las mismas que se desplazaron hacia la zona norte e interior del litoral ecuatoriano. Esto se evidenció en los primeros días del mes, siendo el 3 de diciembre el más afectado con lluvias de moderada intensidad.

La segunda década de este mes, la ZCIT se muestra debilitada debido a la presencia de un sistema de alta presión en el Caribe y el paso ocasional de los jets en niveles bajo por lo tanto se observa con

nubosidad estratiforme y desplazándose hacia el Ecuador. La posición de la ZCIT entre sus bordes oscila entre los 3° y 8° N.

Las perturbaciones de la Amazonia en este periodo tuvieron un comportamiento relevante en las condiciones atmosféricas que se desarrollaron en el territorio nacional. El aporte de divergencia en altura proveniente de la dorsal de la Alta de Bolivia, sumado a la inestabilidad existente y liberación de calor latente, permitieron que las perturbaciones se presenten bien definidas y en ocasiones con áreas de inestabilidad extensas en varios días, con eventos de lluvias que se presentaron especialmente en la Amazonía y Callejón Interandino con intensidades entre ligeras a moderadas y algunos episodios fuertes con tormentas eléctricas.

El Alta Semipermanente del Pacífico Sur se configuró en forma meridional conformada por un núcleo de acción desplazado hacia al Oeste con un valor promedio de 1025.0 hPa, desplazando su eje de dorsal hacia las costas de Chile, sur de Perú, y ligeramente al centro y sur de Ecuador. El núcleo principal se ubicó en 40° S y 155° O.

Las distintas ondas tropicales se han presentado con una incidencia discontinua en nuestro país, siendo los días 1, 5, 6 y 9 de diciembre los días con mayores precipitaciones dentro de nuestra red de monitoreo.

Los acumulados de precipitaciones estuvieron “Bajo la Normal”; en gran parte de la sierra, las precipitaciones estuvieron alrededor de sus rangos normales, excepto Inguincho (norte de la Sierra); y en el oriente ecuatoriano las lluvias estuvieron dentro de sus rangos normales.

En el período de análisis se registraron caudales bajo lo normal en los ríos monitoreados en toda la región Costa con excepción del norte interior. En la Sierra y Amazonía los caudales se mantuvieron con valores dentro de lo normal con crecidas puntuales.

Del 1 al 17 de diciembre se registraron 13 incendios forestales (INF): cinco de nivel 1 y ocho de nivel 2. No se presentaron incendios de nivel 3. Los INF de nivel 2 fueron los que más contribuyen al total de afectación (62% del total), estos incendios dejaron 45.03 ha de cobertura vegetal quemada. Las provincias más afectadas en cuanto a cobertura vegetal quemadas fueron: Guayas (24.5 ha/6 eventos), Imbabura (8 ha/ 1 evento), Manabí (5.5 ha/3 eventos) y Chimborazo (5 ha/ 1 evento).

En lo que respecta a lluvias y demás condiciones atmosféricas se presentaron en total 48 eventos, los mismos dejaron: 80 afectados, 5 evacuados, 18 viviendas afectadas, 2 unidades educativas afectadas y 1.176 m lineales de vías afectadas. Las provincias con más incidentes de este tipo fueron: Pichincha (9), Zamora Chinchipe (7) y Morona Santiago, Loja y El Oro (6 eventos cada uno), estas 5 provincias, de un total de 14 con afectaciones, constituyen el 71% de ocurrencia a nivel país.

Los deslizamientos fueron los eventos más frecuentes con 54% del total, seguido por aluviones (19%) e inundaciones (13%), entre lo más destacado.

3. CONDICIONES QUÍMICAS- BIOLÓGICAS

En el monitoreo realizado entre el 3 y 9 de diciembre, a nivel superficial el oxígeno disuelto, presentó concentraciones entre 4.76 ml/l (Esmeraldas) y 5.22 ml/l (La Libertad). La capa de mayor oxigenación se presentó desde la superficie hasta los 40 m (Esmeraldas) y 30 m en Manta, La Libertad y Puerto Bolívar.

La isolínea de 2.5 ml/l, se observó a los 75 m (Esmeraldas), 90 m (Manta - La Libertad) y 60 m (Puerto Bolívar), siendo más profunda que lo registrado en el mes anterior. La oxiclina se profundizó tanto al norte como en el sur, ubicándose entre 30 y 40 m. El contenido de oxígeno disuelto por debajo de la oxiclina mostró valores entre 4.14 ml/l (Esmeraldas-40m) y 1.99 ml/l (Puerto Bolívar -90m).

Superficialmente se presentaron concentraciones menores a 2.5 µg-at/L (NO₃) y 0.5 µg-at/L (PO₄) en los primeros 20 m en Esmeraldas, en Manta y La Libertad y Puerto Bolívar hasta los 40 m. La nutriclina se presentó en Esmeraldas a 30 m, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar 20 m. Por debajo de la nutriclina, se presentaron aguas con concentraciones de nutriente (nitrato y fosfato) en un rango de 4.05 µg-at/L a 23.67 µg-at/L (Nitrato) y 0.47 µg-at/L a 3.46 µg-at/L (Fosfato), siendo la estación de Esmeraldas donde se registran las mayores concentraciones de fosfato en toda la columna.

Se observó un incremento de clorofila en todas las estaciones, en la estación fija La Libertad registró altos núcleos de clorofila profundizándose desde los 20m hasta los 40 m siendo el máximo valor de 3.00 mg/m³ a los 30m.

En Puerto Bolívar se observaron núcleos de clorofila con una profundización a los 90 y 30m con valores de 2.76 y 2.03 mg/m³ respectivamente, así también en este sitio se registró la mayor riqueza zooplanctónica en el estrato subsuperficial con 61564 Org/100m³. Los copépodos fue el grupo de mayor abundancia relativa. Los anfípodos disminuyeron su abundancia en relación al mes anterior.

En las estaciones fijas La Libertad y Puerto Bolívar se reporta la abundancia de *Rhizosolenia hebetata*, *Thalassiosira subtilis* y *Chaetoceros curvisetus*; que son típicas de aguas Subtropicales.

La estación de Manta presentó menor valor de clorofila en superficie y en Esmeraldas se registró en la columna de agua, abundantes especies tales como *Climacodium frauenfeldianum* y *Stephanopyxis palmeriana* que tipifican Aguas Tropicales Superficiales y Neríticas.

En el monitoreo entre el 10 y 11 de diciembre, se registraron concentraciones de oxígeno disuelto entre 5.0 y 5.5 ml.l-1 hasta aproximadamente los 20 m en ambas localidades, a nivel subsuperficial la isolínea de 2.0 ml.l-1 se ubicó alrededor de los 60m en Puerto López y Salinas.

La relación Nitrato/Fosfato en Puerto López y Salinas determina el ascenso de los nutrientes, que permitieron la fertilización en los primeros 20m, procesos de consumo y regeneración hasta aproximadamente 50m, que fueron más intensos en Puerto López. Intensos procesos fotosintéticos se generaron en ambas estaciones de acuerdo a la Utilización Aparente de Oxígeno (UAO) de ~0.9.

El Fitoplancton, en Puerto López se caracterizó por presentar las mayores concentraciones de los grupos fitoplanctónicos en la columna de agua con un dominio de las diatomeas. En tanto que a nivel superficial, predominó *Rhizosolenia imbricata* y *Chaetoceros coarctatus*, esta última presente en ambos arrastres. En los diferentes estratos de la columna de agua (0 a 100m) se observó cambios en la dominancia de las especies entre 0 y 30 m, tales como *Dactyliosolen fragilissimus*, *Guinardia striata* y *Nitzschia longissima* (especies cosmopolitas, de aguas enriquecidas y templadas a cálidas). A partir de los 50 m la más representativa fue *Meuniera membranacea*

En Salinas, el fitoplancton registró mayor densidad en la columna de agua, con abundancia de diatomeas características de aguas templadas y tropicales como *Dactyliosolen fragilissimus*, *Thalassiosira subtilis* y *Chaetoceros coarctatus*; y del dinoflagelado *Ceratium trichoceros*.

Las concentraciones del zooplancton en Puerto López aumentaron 5 veces con respecto al mes anterior, con presencia de especies de afinidad tropical y de aguas oceánicas. Tanto en superficie como en la columna de agua se observó gran cantidad de copépodos calanoida y estadio de copepodito. Los copépodos más representativos fueron *Undinula vulgaris*, *Centropages furcatus*, *Subeucalanus pileatus*, *Temora discaudata*, además del grupo de las sagittas y apendicularios. La presencia de radiolarios de la familia Aulosphaeridae fue mínima.

En Salinas, la abundancia del zooplancton disminuyó a nivel superficial, pero se incrementó en la columna de agua con respecto a noviembre, contribuyendo en mayor grado los copépodos *Eucalanus pileatus* y *Oncaea venusta*, especies de aguas costeras y oceánica, respectivamente

En Puerto López se observó un incremento en la abundancia de huevos y larvas de peces tanto a nivel superficial como en columna de agua con respecto al mes anterior, a diferencia de Salinas donde se registraron bajas densidades. Las especies pelágicas pequeñas fueron las más representativas con presencia de huevos de *Scomber japonicus* (macarela) y *Etrumeus teres* (sardina redonda), y con dominancia de larvas de Botella (*Auxis* sp).

4. PERSPECTIVAS

Tanto los modelos globales como el modelo local ICOST, prevén para enero del próximo año condiciones oceanográficas normales y en consecuencia un incremento de las especies de Aguas Tropicales típicas del inicio de la época húmeda

El análisis del Modelo de Transferencia Lineal (MTL) y los modelos globales, pronostica en el perfil costero precipitaciones bajo sus rangos normales. Para la costa centro, sur e interior de la región, norte de la sierra y región insular se espera que las precipitaciones estén alrededor de sus rangos normales, y que la zona norte de la costa, sur de la sierra y la región amazónica presenten precipitaciones por encima de sus rangos normales.

Las tendencias de precipitaciones a nivel nacional son:

- En la región Litoral se prevén precipitaciones en su mayoría en el norte del Litoral y estribación occidental sin descartar precipitaciones de mayor intensidad en la zona interior de esta región; mientras que para el perfil costero se espera un déficit de precipitaciones.
- En la región Interandina se esperan lluvias y lloviznas ocasionales principalmente en el norte y sur.
- En la región Amazónica se pronostica que las precipitaciones se desarrollen de manera dispersa y de intensidad variable, es probable que los mayores acumulados se concentren en la zona este. Las precipitaciones en algunos casos estarán acompañadas de tormentas eléctricas dispersas.
- En la región Insular se prevén lloviznas aisladas en San Cristóbal; mientras que en el resto de la región serán de manera eventual.

5. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Para el análisis de las condiciones oceanográficas, meteorológicas y de eventos hidrometeorológicos, los miembros del Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), se reunieron en las instalaciones del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), el 18 de diciembre de 2019. Además de los delegados del INOCAR, asistieron: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

COMITÉ NACIONAL PARA EL ESTUDIO REGIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO

Período de análisis : 30 noviembre – 17 diciembre de 2019
Fecha de emisión : 18 de diciembre de 2019



(INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP), Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) y Dirección General de Aviación Civil .

El INOCAR presentó el análisis oceanográfico, meteorológico, biológico y químico apoyado en:

- Análisis de información e imágenes satelitales de variables oceánicas y atmosféricas.
- Análisis de observaciones y mediciones en estaciones oceanográficas, meteorológicas y mareográficas locales.
- El índice costero ecuatoriano (ICOST), índice multivariado subsuperficial construido en base a variables oceanográficas de la costa ecuatoriana (diez millas costa afuera) de las estaciones de Manta y La Libertad.
- El modelo de transferencia lineal (MTL), donde la predicción de la precipitación está en función del ICOST y el acumulado pluvial de las estaciones meteorológicas ubicadas en el borde costero, su resultado es la categorización de las precipitaciones (Sobre la Normal, Normal, Bajo la Normal).

El SNGRE mostró las estadísticas de eventos ligados a lluvias, incendios forestales y demás afectaciones para la época.

El INAMHI expuso el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos a escalas regional y local, además de la situación climatológica e hidrológica actualizada hasta la presente fecha, basada en:

- Imágenes de los satélites meteorológicos “GOES16”, en tiempo real.
- Información meteorológica de centros internacionales, regionales y modelos numéricos de predicción.
- Red de estaciones meteorológicas de superficie, aerológicas e hidrológicas instaladas en todo el territorio ecuatoriano.

El INP presentó el análisis de observaciones, mediciones en estaciones oceanográficas de 10 millas y de boyas Argo.

DGAC presentó información de su red de estaciones aeronáuticas y soporte en el análisis del comportamiento de los sistemas atmosféricos.

Cite este boletín como: Comité ERFEN-Ecuador, Instituto Oceanográfico de la Armada, BOLETÍN ERFEN Nro. 16-2019. www.inocar.mil.ec

Patricio **HIDALGO** Vargas
Capitán de Navío-EM
PRESIDENTE COMITÉ NACIONAL ERFEN

EPU

LVS/FHV/JNN/JGR/BMR/JFM/MDD/MTB/CNP/ESL/RNO/