

CLOROFILA a

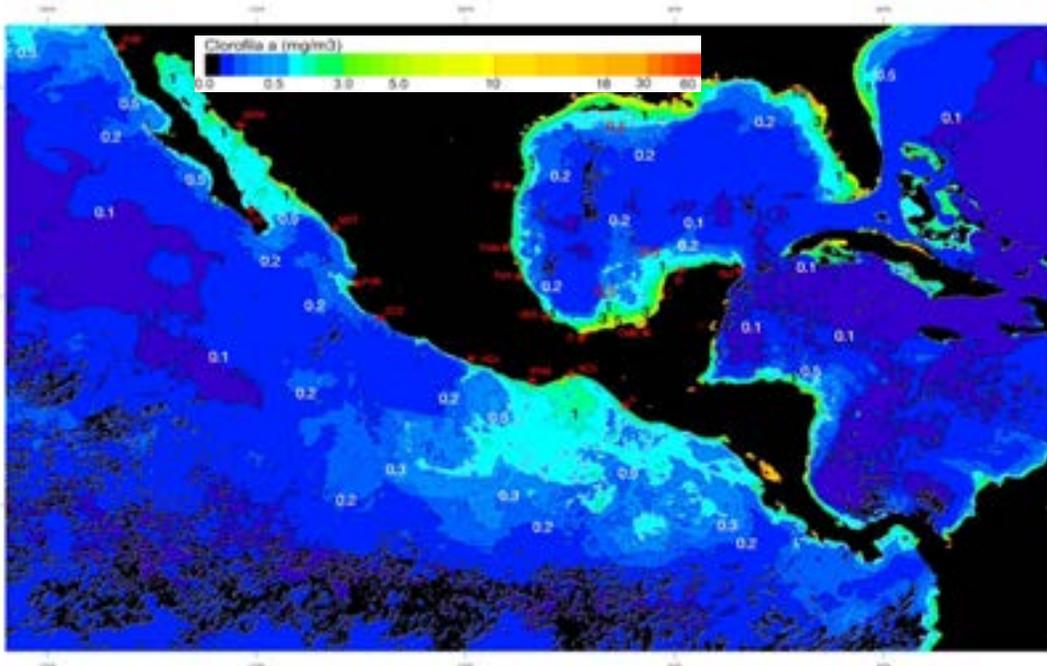


Fig. 1. Concentración de clorofila-a registrada en diciembre. Imágenes MODIS-Aqua. Base de datos GIOVANNI-NASA.

Condiciones generales En el Pacífico Mexicano el contenido de pigmentos fotosintéticos (clorofila a) se registró entre 0.1 mg/m^3 en mar abierto y 1 mg/m^3 . La isolínea de 0.5 mg/m^3 , empleada como valor base para la descripción, se encontró muy cerca de la costa en la mayor parte del Pacífico excepto en el interior de los Golfos de California y Tehuantepec (GT); en el primer cuerpo de agua se detectó entre Mazatlán y Los Planes (BCS), en tanto que la isolínea de 1 mg/m^3 , fue paralela a la costa desde Isla Ángel de la Guarda hasta Mazatlán, en tanto que en el GT ese valor rodeó una estructura semicircular que sugiere la presencia de un afloramiento fitoplanctónico. En algunas regiones muy pequeñas de la costa de Sonora y la costa occidental del GT se detectaron cantidades mayores. En el Golfo de México, la franja delimitada por la isolínea de 0.5 mg/m^3 fue más ancha que en el Pacífico, en especial desde el norte del Golfo hasta Tuxpan y desde Veracruz hasta Isla Mujeres. En la costa nororiental mexicana se registró poco más de 1 mg/m^3 , en tanto que en la costa sur de Veracruz, Tabasco y Campeche más de 3 mg/m^3 , los cuales, sin embargo, como en octubre deben ser tomados con reservas porque fueron observados en la desembocadura del río Coatzacoalcos y el río Tonalá, Laguna de Términos y frente a los Petenes, por lo que además de chl a podrían ser material suspendido.

En la mayor parte del Pacífico Mexicano la concentración de pigmentos fue ligeramente más baja (-0.1 mg/m^3) que la que normalmente se ha observado en este mes¹, aunque puede calificarse de *normal*, aunque en casi todo el interior del Golfo de California, en particular por la costa occidental desde la zona de las islas hasta Jalisco las anomalías fueron de hasta -0.5 mg/m^3 . Por otra parte, en la costa occidental del GT se detectaron anomalías negativas ($<-0.5 \text{ mg/m}^3$) y en la occidental positivas (0.5 mg/m^3). En el Golfo de México se registraron concentraciones *normales* (anomalías: $>0.1 \text{ mg/m}^3$) en casi todo el litoral, excepto frente a Laguna Madre (Tamaulipas) donde fueron negativas, y entre Coatzacoalcos y la desembocadura del río Usumacinta, donde fueron positivas ($>2 \text{ mg/m}^3$). Desde la Boca de El Real en Laguna de Términos, hasta los Petenes se detectaron concentraciones elevadas en una franja muy estrecha y adyacente a la costa. En el Golfo de Campeche las anomalías fueron positivas aunque dentro del intervalo *normal* ($0.1-0.5 \text{ mg/m}^3$). En la costa de Yucatán se registraron cantidades inferiores al promedio hasta de -1 mg/m^3 , en tanto que en el Caribe fueron unas décimas inferiores a lo usual.

En diciembre, en comparación con noviembre y octubre hubo un pequeño incremento en la concentración de pigmentos en la costa noroccidental de la península de Baja California (frente a Ensenada, en la bahía de Vizcaíno y el Golfo de Ulloa), en la parte media del Golfo de California (desde Guaymas hasta muy cerca de Mazatlán) y desde Acapulco hasta la frontera con Guatemala. Las diferencias fueron más acusadas en el centro del GT. Por el contrario, entre Bahía Magdalena y Todos Santos, así como en el Alto Golfo, la zona de las Islas, la costa comprendida desde MZT hasta ACA, disminuyeron los pigmentos, aunque la reducción fue más evidente en la costa de Jalisco, Colima y la desembocadura del río Balsas. En el Golfo de México se incrementó la clorofila, excepto en una franja muy delgada e inmediata a la costa, localizada desde Tampico hasta Coatzacoalcos, así como en la costa norte de Yucatán. En esas zonas la disminución fue de hasta 2 mg/m^3 . En el Caribe los cambios fueron imperceptibles.

¹ Periodo de referencia: 2002-2011

DICIEMBRE 2013 REGIONES

Región	Pacífico Mexicano
<p>Costa occidental de Baja California</p>	<p>Situación en el mes: Aunque en la mayor parte de esta región se registraron entre 0.2 y 1 mg/m³ de chl_a, solo hubo cantidades mayores a 0.5 mg/m³ frente a Guerrero Negro y en el Golfo de Ulloa, donde la franja en que se registraron esos valores fue muy estrecha. Como en noviembre, sólo en el interior de la laguna de Guerrero Negro y Bahía Magdalena se detectaron concentraciones elevadas.</p> <p>Comparación con otros años: En gran parte de la costa la concentración de pigmentos fue ligeramente más baja que en otros periodos (anomalía: -0.1 a -0.5 mg/m³), excepto en la costa norte del Golfo de Ulloa, donde las condiciones fueron <i>normales</i>. La superficie cubierta por anomalías negativas fue más extensa entre la frontera México-EEUU y laguna San Ignacio. En contraste, entre bahía Almejas y Cabo San Lucas los cambios fueron mínimos, en tanto que entre Bahía Magdalena y Cabo San Lucas también se registraron anomalías negativas, aunque dentro de lo <i>normal</i>.</p> <p>Comparación con el mes previo: En general los cambios fueron positivos, pero pequeños con respecto a noviembre, excepto en la zona marina ubicada frente a Ensenada, en el Golfo de Vizcaíno y entre la desembocadura de Laguna San Ignacio y Bahía Magdalena, (anomalías: 0.1 a 0.4 mg/m³); el mayor incremento se observó cerca de la costa. En contraste, en el interior de Guerrero Negro, Bahía Magdalena y Bahía Almejas, la clorofila disminuyó entre -0.2 a - 3 mg/m³.</p>
<p>Golfo de California</p>	<p>Situación en el mes: En el interior del Golfo la concentración fue mayor a 0.5 y 1 mg/m³. La isolínea de 0.5 mg/m³ fue perpendicular a la costa y se observó entre MZT y la región de Los Cabos (más al sur que en noviembre), en tanto que la de 1 mg/m³ se observó desde Isla Ángel de la Guarda, en la costa de Baja California, hasta la costa nayarita, aunque en el Alto Golfo el área limitada por esa isolínea fue más ancha que en el resto del cuerpo de agua. En algunas regiones muy puntuales de la costa oriental (Bahía de los Ángeles) así como frente a Isla Tiburón, Huatabampo y Los Mochis hubo hasta 9 mg/m³. En la desembocadura del Golfo se registraron entre 0.1 y 0.5 mg de clorofila por metro cúbico. Entre MZT y San Blas (Nay) la franja limitada por la isolínea de 0.5 mg/m³ midió alrededor de 20 km, por lo que fue ligeramente más estrecha que en noviembre, cuando alcanzó hasta 30 km.</p> <p>Comparación con otros años: En gran parte del cuerpo de agua la clorofila fue ligeramente más baja que el promedio (-0.1 a -0.5 mg/m³), excepto en la zona de las Islas donde la reducción fue más grande (-0.5 a -1 mg/m³). En algunas zonas del alto Golfo, la costa de Sonora y Sinaloa se detectaron anomalías positivas, mismas que fueron más evidentes en una superficie que abarca desde el sur de Isla Tiburón hasta Santa Rosalía y Mulegé en la costa de BCS, así como al sur de Guaymas.</p> <p>En la desembocadura del Golfo los cambios fueron relativamente pequeños (anomalía: 0 a -1 mg/m³).</p> <p>Comparación con el mes previo: Este mes destacaron dos áreas con diferentes características, la primera de ellas se observó al norte de una línea imaginaria que unió a Guaymas con Bahía Concepción, donde el contenido de chl_a fue menor que en noviembre, excepto en una zona ubicada al sur de la desembocadura del río Colorado, donde fue ligeramente mayor; cabe mencionar que la disminución fue más evidente en la zona de las Islas (-1 a -3 mg/m³). En la segunda área, que abarcó desde GYM hasta el paralelo 23° 45'N (al norte de MZT), aumentó el contenido de chl_a. En una pequeña franja, cuya anchura fue de aproximadamente 10 km, comprendida desde GYM hasta el paralelo 23° 58'N, el incremento fue de 1 a 3 mg/m³. Desde el paralelo 23° 45'N hasta la desembocadura del río Cuale, en el interior de Bahía Banderas, disminuyó el contenido de chl_a en una franja de 15 a 26 km de ancho.</p>
<p>Pacífico Central (Jalisco-Colima-Michoacán)</p>	<p>Situación en el mes La isolínea de 0.5 mg/m³ adoptó una forma triangular, cuyo vértice superior se encuentra frente a Bahía de Banderas (coordenadas 21 0' 59.92" N-106°28' 16.59" O) y su base, establecida de manera arbitraria con la isolínea de 1 mg/m³ abarca toda esa bahía y se extiende hacia el sur de Jalisco (coordenadas 20°3' 34.71 N-105°33'19.34" O), en cuyo interior se registraron valores ligeramente mayores que sugiere la presencia de un afloramiento. En contraste, en el resto de la costa de ese estado la franja limitada por la isolínea de 0.5 mg/m³ midió menos de 10 km de ancho. En el litoral de Colima y Michoacán las concentraciones fueron menores a 0.5 mg/m³, y solo se detectó poco más de 1 mg/m³ en la desembocadura del río Balsas.</p> <p>Comparación con otros años: La cantidad de clorofila en la costa de Jalisco fue menor a la normal, en cantidades variables entre 0.1 y 2.7 mg/m³, las anomalías negativas fueron más notables hacia Cabo Corrientes y el interior de Bahía Banderas. En el resto de la costa la disminución fue pequeña (anomalías -0.1 a -0.2 mg/m³). Solo se registraron valores positivos en la desembocadura del río Balsas, ubicado en la frontera de Michoacán y Guerrero (0.1-0.7 mg/m³).</p> <p>Comparación con el mes previo: En una pequeña área de forma triangular cuya base se extendió desde el río Cuale hasta el playón de Mismaloya, en tanto que por el mar llegó hasta el meridiano 106°O, aumentó la chl_a (0.2 a 2 mg/m³), mientras que desde ese playón hasta Acapulco disminuyó el contenido de pigmentos. La reducción fue más marcada entre el norte de Jalisco y Barra de Navidad en una estructura similar a un triángulo ubicada en la misma zona donde en noviembre se detectaron elevadas concentraciones, que aparentemente se habían originado en el interior de Bahía Banderas y que no se presentaron este mes. En la desembocadura del río Balsas la chl_a disminuyó hasta en poco más de 2 mg/m³.</p>

<p>Guerrero-Oaxaca</p>	<p>Situación en el mes: En casi toda la zona costera el contenido de pigmentos fue ligeramente mayor a 0.5 mg/m³, en una franja que midió menos de 10 km; sin embargo, al sur de ACA se observó un filamento perpendicular a la costa, en tanto que al sureste de esa estructura, la isolínea se separó de la costa y dio lugar a una extensa área con concentraciones mayores a ese valor, que abarcó desde Chacahua hasta Centroamérica.</p> <p>Comparación con otros años: En gran parte de la costa la concentración de pigmentos fue ligeramente más baja que en otros años (-0.1 mg/m³), excepto en una zona localizada al sur de Acapulco así como entre Chacahua y Puerto Escondido donde fue más alta (0.1 a 1.2 mg/m³). Entre Puerto Escondido y Salina Cruz, también disminuyó la chl a (0.1 a 2 mg/m³). En la zona marina se observaron estructuras con anomalías positivas variables entre 0.1 y 0.6 mg/m³ cuya forma sugiere que fueron parte de un giro anticiclónico que se originó en el Golfo de Tehuantepec.</p> <p>Comparación con el mes previo: Entre la desembocadura del río Balsas y Acapulco continuó la disminución de pigmentos en las inmediaciones de la costa (-0.1 a -0.5 mg/m³); sin embargo, entre ACA y SCX ocurrió lo contrario en una zona muy amplia, que se extendió hasta el paralelo 11°41'N. La forma de esta estructura sugiere que en ese mes se desprendieron giros del interior del Golfo de Tehuantepec que se desplazaron hacia el oeste; el incremento varió entre 0.1 mg/m³ (en la zona marina) y alrededor de 1 mg/m³ en el interior del GT, aunque en las inmediaciones de PXM y SCX fue mayor. En contraste disminuyó la concentración de pigmentos en Centroamérica y la región aledaña al Domo de Costa Rica.</p>
<p>Golfo de Tehuantepec</p>	<p>Situación en el mes: Desde Puerto Escondido hasta la frontera con Guatemala y por el sur, desde la costa hasta el paralelo 11° 25' N, la concentración varió entre 0.5 y 1.5 mg/m³. La isolínea de 0.5 mg/m³ rodeó una estructura semicircular (área aproximada: 234,068.181 km²) cuya superficie fue 2.8 veces mayor que en noviembre, que se originó frente a SCX y que en mar abierto se unió a otra estructura con concentraciones elevadas que se originó frente a Costa Rica y Nicaragua. Por otro lado, en la costa comprendida entre Chacahua y SCX se observó otro polígono limitado por la isolínea de 1 mg/m³, en cuyo interior se detectaron cantidades ligeramente más elevadas y cuya superficie fue de alrededor de 50,269.132 km², poco más de seis veces el registrad en noviembre.</p> <p>Comparación con otros años: La concentración de pigmentos fue menor que en otros periodos similares en la costa comprendida entre PXM y las lagunas ubicadas al este de SCX, en cantidades variables entre 0.1 y 1.4 mg/m³. Por el contrario, en la zona central y la oriental, las anomalías fueron positivas (0.1 a 0.8 mg/m³) y se continuaron hasta la costa salvadoreña.</p> <p>Comparación con el mes previo: En todo el GT Se registró una mayor cantidad de pigmentos que en noviembre, variable entre 0.1 y 1 mg/m³. El incremento fue más grande en la región central y en la costa occidental del GT.</p>
<p>Costa de Chiapas</p>	<p>Situación en el mes: En este periodo se registraron valores mayores a 1 mg/m³ en una franja muy angosta, que se ensanchó frente a Puerto Chiapas y Salina Cruz.</p> <p>Comparación con otros años: En la costa norte, hasta el poblado de Juan Escutia, el contenido de clorofila fue ligeramente menor al promedio, pero desde allí hasta El Salvador fue más elevado.</p> <p>Comparación con el mes previo: Muy cerca de la costa se detectó una menor cantidad de pigmentos, pero en la zona marina hubo pequeños incrementos (0.1 a 0.4 mg/m³)</p>
<p>Mar abierto</p>	<p>Situación en el mes: La concentración de clorofila al oeste del meridiano 101 °O fue menor a 0.2 mg/m³, en tanto que al este y hacia el sur (paralelo 8 °N aproximadamente) el contenido fue mayor a 0.5 mg/m³. Estas estructuras se originaron frente al Domo de Costa Rica, desde donde se desplazaron hacia el oeste y se unieron con afloramientos que se formaron en el interior del GT.</p> <p>Comparación con otros años: El contenido de pigmentos fue más elevado (0.1 a 0.8 mg/m³) que en otros años desde El Salvador hasta la parte media del Golfo de Tehuantepec y frente a la costa de Guerrero. En el resto de la zona marina los cambios fueron mínimos (0 a -0.1 mg/m³)</p> <p>Comparación con el mes previo: En la zona marina al sur y sureste de ACA y al sur de Guatemala se observaron mayores concentraciones de pigmentos; como ya se mencionó, la forma de las estructuras sugiere que se formaron en el interior del GT, desde donde se desplazaron hacia el oeste.</p>

Región	Golfo de México y Mar Caribe
Costa de Tamaulipas	<p>Situación en el mes: En este mes las isolíneas de 1 y 0.5 mg/m³ fueron paralelas a la línea de costa. El ancho de la banda limitada por esta última isolínea fue menor frente a Laguna Madre (30 km) y se ensanchó hacia el norte y hacia el sur, por lo que tanto frente a la desembocadura del río Bravo como frente a Tampico midió alrededor de 70 km. Frente al vaso norte de Laguna Madre, Punta Jerez y Tampico, la isolínea de 0.5 mg/m³ dio lugar a pequeñas estructuras triangulares y perpendiculares a la costa posiblemente relacionada con procesos hidrodinámicos de mesoescala.</p> <p>Comparación con otros años: En la costa norte, aproximadamente entre la desembocadura de los ríos Bravo y Soto la Marina, se detectaron concentraciones menores que las normales (<-1 mg/m³) en una franja paralela a la costa; sin embargo, desde la desembocadura del Soto la Marina hasta la frontera con Veracruz se registraron valores más altos (0.1 a 1.5 mg/m³) en una zona extensa de forma ovalada que llegó hasta el meridiano 96° 3'O.</p> <p>Comparación con el mes previo: Se observó un aumento en la cantidad de pigmentos en casi toda la zona costera en una franja variable entre 20 y 40 km de ancho esta última parte se registró frente a Tampico. En contraste se detectaron valores más pequeños frente al vaso norte de Laguna Madre y sobre la zona marina.</p>
Costa de Veracruz	<p>Situación en el mes: La franja bordeada por la isolínea de 0.5 mg/m³ fue más amplia frente al litoral comprendido entre Tampico y Tuxpan (30 km), nuevamente se ensanchó frente a Veracruz (40km) y alcanzó su mayor anchura entre Coatzacoalcos y la frontera con Tabasco (~78 km). Las concentraciones fueron mayores a 1 mg/m³ en casi toda la costa, aunque hubo dos áreas donde superaron los 5 mg/m³, la primera se encontró frente a la laguna de Alvarado y la segunda entre Coatzacoalcos y la frontera con Tabasco, donde excedió 10 mg/m³.</p> <p>Comparación con otros años: Se registraron concentraciones más elevadas que las normales para esta época, pero mientras desde la frontera con Tamaulipas hasta Coatzacoalcos fueron moderadas (0.1 a 1 mg/m³), entre este último puerto y la frontera con Tabasco fueron más intensas (+2 a +4.5 mg/m³).</p> <p>Comparación con el mes previo: La cantidad de clorofila se incrementó desde TAM hasta Cabo Rojo (0.1 a 1.5 mg/m³); por el contrario, desde esta última localidad hasta Coatzacoalcos, los pigmentos disminuyeron en una franja de ~30 km de ancho. La reducción fue más acentuada en algunas áreas: de Cabo Rojo a Vega de Alatorre, desde Antón Lizardo hasta Alvarado y al norte de Coatzacoalcos. Entre Coatzacoalcos y la frontera de Tabasco también se detectaron disminuciones elevadas (hasta -8 mg/m³), pero muy cerca de la costa. Fuera de esa franja la chl aumentó, pero en cantidades variables entre 0.1 y 0.3 mg/m³; excepto entre Coatzacoalcos y la desembocadura del Usumacinta donde el aumento fue de poco más de 3 mg/m³.</p>
Golfo de Campeche	<p>Situación en el mes: Se midieron entre 0.2 y 0.5 mg /m³ de chl en casi todo el Golfo. En este mes, como en noviembre, se registraron valores elevados en toda la costa (ver sección correspondiente).</p> <p>Comparación con otros años. En los extremos oriental y occidental de región marina, las concentraciones fueron ligeramente más altas que en otros años, las anomalías positivas se incrementaron desde la zona marina hacia la costa de Tabasco, donde alcanzaron los valores más altos.</p> <p>Comparación con el mes previo: En la mayor parte del Golfo aumentó el contenido de pigmentos, excepto muy cerca de la costa como se describe en la siguiente sección. Por otro lado, el aumento fue más notorio hacia el oriente y occidente del cuerpo de agua.</p>
Costa de Tabasco-Campeche	<p>Situación en el mes: En la frontera de Tabasco con Veracruz la concentración fue elevada y la franja donde se registraron esos valores se ensanchó en la desembocadura del río Usumacinta (midió 212 km si se considera la isolínea de 0.5 mg/m³ y 125 km, la de 1 mg/m³) y frente a los Petenes (la isolínea de 0.5 mg/m³ se ubicó a 92 km y a 44 km la de 1 mg/m³). En Laguna de Términos y Los frente a los Petenes se detectaron más de 10 mg/m³. En esta zona, como en noviembre, se presentaron las mayores cantidades de pigmentos de todo el país.</p> <p>Comparación con otros años: Desde Coatzacoalcos hasta el extremo noroccidental de la península las anomalías fueron positivas (+2 a +9 mg/m³) en una franja limitada por la isolínea de 0.5 mg/m³ aledaña a la costa, que midió de 50 a 100 km; los valores más elevados se registraron en la desembocadura del río Coatzacoalcos y la anchura máxima en la del río Usumacinta (~100km); entre la boca de El Real y el norte de Yucatán esa franja se adelgazó paulatinamente. Por otro lado, la banda donde se observaron concentraciones altas (>2 mg/m³) quedó interrumpida entre la Boca del Carmen y la zona costera ubicada entre Atasta y la desembocadura del río Usumacinta, donde las anomalías fueron menores a 1.2 mg/m³, la forma de las estructuras sugiere que hay flujo de agua desde el interior de Laguna de Términos hacia el mar con dirección nor-noreste, y que se desplaza sobre la península de Atasta.</p> <p>Comparación con el mes previo: En la mayor parte de la costa se incrementó el contenido de pigmentos, excepto en algunas áreas muy pequeñas ubicadas entre Frontera y Boca del Carmen, entre Sabancuy y Champotón y frente a los Petenes. Fuera de la costa, el incremento fue de 0.5 a 2.5 mg/m³, en especial frente a Tabasco y el sur de Campeche.</p>

<p>Costa norte de Yucatán</p>	<p>Situación en el mes: Frente al extremo occidental la isolinia de 0.5 mg/m³ estuvo a 138 km de la línea de costa (más lejos que en noviembre), mientras que frente a río Lagartos, ubicado en el extremo oriental, a 55 km, aproximadamente la misma distancia que en el mes anterior. En esta zona se detectaron cantidades de pigmentos mayores a 1 mg/m³. En esta región y en la costa de Tabasco y Campeche se presentaron las mayores concentraciones de pigmentos de todo el país. Las isolinias de 0.5, 0.2 y 0.1 mg/m³ formaron un filamento que se dirigió desde el extremo nororiental del Golfo de Campeche hacia el NE, sobre la plataforma continental.</p> <p>Comparación con otros años: En la costa noroccidental, desde Campeche hasta Puerto Progreso, las anomalías fueron positivas (0.1 a 2 mg/m³) y los valores se incrementaron desde el mar hacia la costa. En el margen oriental y principalmente frente a río Lagartos, las anomalías fueron negativas (-1 mg/m³).</p> <p>Comparación con el mes previo: En toda la costa norte disminuyó el contenido de pigmentos, aunque fue más notorio al este de Puerto Progreso (hasta -1.5 mg/m³).</p>
<p>Costa de Quintana Roo</p>	<p>Situación en el mes: Las concentraciones fueron muy bajas (<0.1 mg/m³) en toda la zona, excepto en el interior de las bahías de Chetumal, Ascensión y Espíritu Santo, donde se observaron más de 10 mg/m³.</p> <p>Comparación con otros años: Los cambios fueron mínimos con respecto a otros periodos similares, excepto en las bahías de Chetumal y Espíritu Santo donde hubo mayores cantidades de chl a (>+1mg/m³).</p> <p>Comparación con el mes previo: Hubo una disminución muy pequeña en el contenido de pigmentos en toda la costa de Quintana Roo, excepto en la bahía de Chetumal donde se incrementó un poco.</p>

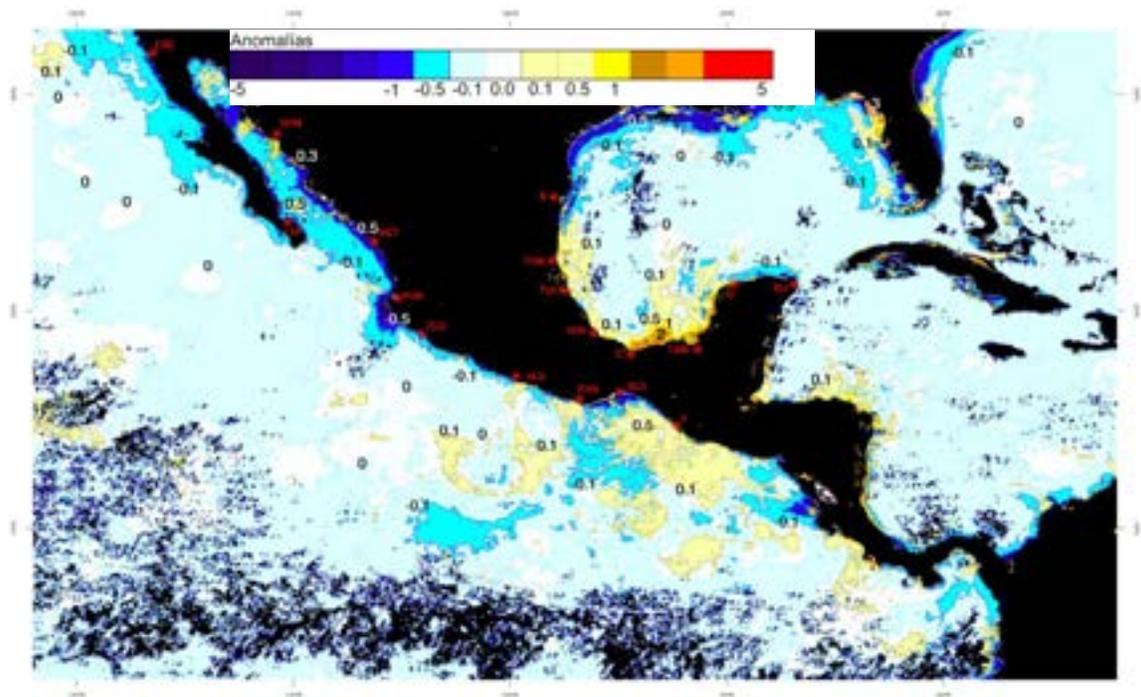


Fig.2.- Anomalías de la clorofila. Diciembre 2013. Unidades: mg/m^3

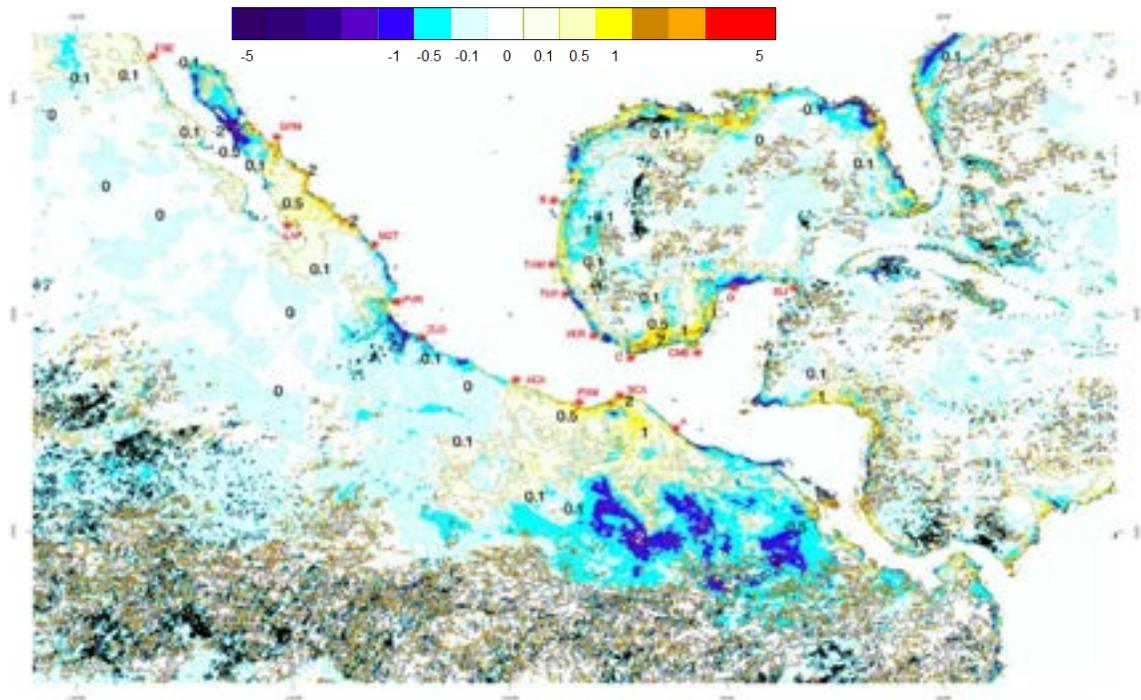


Fig. 3.- Diferencia de clorofila entre meses consecutivos (diciembre-noviembre de 2013). Unidades: $\text{mg chl a}/\text{m}^3$.