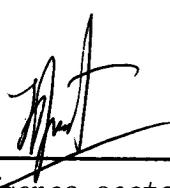


1. Publicação nº <i>INPE-3482-PRE/725</i>	2. Versão	3. Data <i>Março, 1985</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DME</i>	Programa <i>OCEMAR</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>VÓRTICE CORRENTE BRASIL</i>			
7. C.D.U.: <i>528.711.7:551.465.5(81)</i>			
8. Título <i>INPE-3482-PRE/725</i>		10. Páginas: <i>14</i>	
ESTUDIO DE UN VÓRTICE DE LA CORRIENTE DEL BRASIL OBSERVADO EL 30 DE SEPTIEMBRE DE 1983, CON EL SENSOR VISSR DEL SATÉLITE GOES-5		11. Última página: <i>13</i>	
		12. Revisada por  <i>Nelson Arai</i>	
9. Autoria <i>Héctor M. Inostroza V. Merritt R. Stevenson José C. Moreira</i>		13. Autorizada por  <i>Nelson de Jesus Parada Diretor Geral</i>	
Assinatura responsável 			
14. Resumo/Notas <i>Con las imágenes sectorizadas VIS e INFRA del sensor VISSR (Visible and Infrared Spin Scan Radiometer) del satélite GOES-5 en INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais), Cachoeira Paulista, Brasil, ha sido posible hacer una descripción detallada de un vórtice del Sistema de la Corriente del Brasil, en aguas del Sur del Brasil, Uruguay, Argentina, el día 30 de septiembre de 1983. La imagen fue regrabada usando dos cintas magnéticas compatibles con el Sistema Imagen-100 de la General Eletric (I-100), disponible en INPE, São José dos Campos, Brasil. El objetivo principal de este trabajo es presentar y discutir los métodos que se utilizan para eliminar elementos de imágenes (pixels) contaminados por nubes, combinando los canales INFRAROJO(INFRA) y VISIBLE(VIS) y obtener así mapas temáticos más exactos de la temperatura superficial del mar, asociados con el sistema de la corriente del Brasil. Se presenta también un mapa temático de los sedimentos de Mar del Plata mostrando su extensión de 50km en dirección al mar en la parte costera del Uruguay y del Brasil, utilizando el canal VISIBLE(VIS). Los datos del canal INFRA muestran un vórtice con la corriente de las Malvinas en su centro y en la región frente al estuário del Mar del Plata. Se preparó una composición VIS e INFRA de este vórtice mostrando sus características térmicas. Este vórtice tiene un diámetro de unos 100km. Para completar la descripción del vórtice se preparó una carta de temperatura con datos del Centro Nacional de Datos Oceanográficos de la Marina del Brasil. (Diretoria de Hidrografia e Navegação, DHN).</i>			
15. Observações <i>Trabalho apresentado na Quarta Reunião da Selper. Santiago, Chile de 12 a 16 de novembro de 1984.</i>			

ESTUDIO DE UN VÓRTICE DE LA CORRIENTE DEL BRASIL OBSERVADO EL 30 DE SEPTIEMBRE
DE 1983, CON EL SENSOR VISSR DEL SATÉLITE GOES-5.

Héctor M. Inostroza V. (1)

Merritt R. Stevenson (2)

José C. Moreira (3)

R E S U M E N

Con las imágenes sectorizadas VIS e INFRA del sensor VISSR (Visible and Infrared Spin Scan Radiometer) del satélite GOES-5 en INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais), Cachoeira Paulista, Brasil, ha sido posible hacer una descripción detallada de un vórtice del Sistema de la Corriente del Brasil, en aguas del Sur del Brasil, Uruguay y Argentina, el día 30 de septiembre de 1983. La imagen fue regrabada usando dos cintas magnéticas compatibles con el Sistema Imagen-100 de la General Electric (I-100), disponible en INPE, São José dos Campos, Brasil. El objetivo principal de este trabajo es presentar y discutir los métodos que se utilizan para eliminar elementos de imágenes (pixels) contaminados por nubes, combinando los canales INFRAROJO (INFRA) e VISIBLE (VIS) y obtener así mapas temáticos más exactos de la temperatura superficial del mar, asociados con el sistema de la corriente del Brasil. Se presenta también un mapa temático de los sedimentos de Mar del Plata mostrando su extensión de 50 km en dirección al mar en la parte costera del Uruguay y del Brasil, utilizando el canal VISIBLE (VIS). Los datos del canal INFRA muestran un vórtice con la corriente de las Malvinas en su centro y en la región frente al estuario del Mar del Plata. Se preparó una composición VIS e INFRA de este vórtice mostrando sus características térmicas. Este vórtice tiene un diámetro de unos 100 km. Para completar la descripción del vórtice se preparó una carta de temperatura con datos del Centro Nacional de Datos Oceanográficos de la Marina del Brasil. (Diretoria de Hidrografia e Navegação, DHN).

- (1) Pesquisador Assistente, Departamento de Meteorologia, Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), C.P. 515, 12200 - São José dos Campos, SP, Brasil.
- (2) Pesquisador Pleno, Departamento de Meteorologia, Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), C.P. 515, 12200 - São José dos Campos, SP, Brasil.
- (3) Analista de Suporte de Sistema, Divisão de Suporte Computacional, Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), C.P. 515, 12200 - São José dos Campos, SP, Brasil.

RESUMO

Com as imagens setorizadas VIS e INFRA do sensor VISSR do satélite GOES-5, recebidas no INPE, Cachoeira Paulista, Brasil, tem sido possível fazer uma descrição detalhada de um vórtice do Sistema da Corrente do Brasil, em águas do sul do Brasil, Uruguai e Argentina, no dia 30 de setembro de 1983. A imagem foi regravada utilizando fitas magnéticas compatíveis com o sistema Imagem-100, disponível no INPE, São José dos Campos, Brasil. O objetivo principal deste trabalho é apresentar e discutir os métodos que tem sido utilizados para a obtenção de mapas temáticos da temperatura superficial do mar, associados ao Sistema da Corrente do Brasil. Apresenta-se também um mapa temático dos sedimentos do mar do Prata na parte costeira de Uruguai e Sul do Brasil, utilizando o canal VIS. Os dados do canal INFRA mostram um vórtice da corrente das Malvinas no centro, na região que fica defronte do mar do Prata. Foi preparada uma composição VIS-INFRA do vórtice mostrando a estrutura térmica. O vórtice tem um diâmetro de 100 km aproximadamente. Preparou-se também uma carta com temperaturas SHIP que representam a verdade do mar dos valores da temperatura obtida por satélite, dados que foram enviados pelo Banco Nacional de Dados na Diretoria de Hidrografia e Navegação, DHN.

1. INTRODUCCION

El sistema de la Corriente del Brasil ha sido estudiado sistemáticamente en INPE desde 1974, utilizando datos oceanográficos y datos de sensores de satélites meteorológicos. Estos estudios han dado resultados promisorios y han permitido obtener un conocimiento razonable, en escala sinóptica, de algunas de las características superficiales de este sistema de corrientes del Atlántico Sur.

Existen pocos estudios oceanográficos recientes de este sistema de corrientes en escala oceánica (usando datos convencionales). Entre ellos: DHN (1972); Reid et al. (1977); Signorini (1978); Miranda e Castro Filho (1979) e Castro Filho (1977). Estos estudios han permitido conocer algunas de las características de la circulación y masas de agua de la región.

Tseng (1974), Tseng et al. (1977) e Ikeda y Stevenson (1978), utilizaron las técnicas de percepción remota para aplicaciones oceanográficas en el Brasil. Inostroza e Almeida (1978), Inostroza and Stevenson (1983) y Godoi e Stevenson (1984) describieron el sistema de corrientes, utilizando datos oceanográficos y datos de sensores de varios satélites meteorológicos.

Este estudio ha sido desarrollado debido al interés de la "comisión Interministerial para los Recursos del Mar" (CIRM), del Ministerio de la Marina del Brasil, que financió la compra de las cintas magnéticas necesarias para la adquisición de los datos.

El presente trabajo describe un vórtice del sistema de corrientes; utilizando nuevas facilidades y métodos que se han desarrollado en el Instituto de Investigaciones Espaciales, INPE, São José dos Campos, Brasil. Vórtices del Sistema de la Corriente del Brasil han sido observados utilizando datos de los satélites

SMS-2, NOAA y últimamente GOES-5. En los estudios arriba mencionados solamente se ha utilizado el canal INFRA de los sensores. Este trabajo utiliza los dos canales VIS e INFRA del satélite GOES-5. El canal VIS permite determinar con buena precisión, cuando el océano está sin nubes o cuando tiene solamente una cantidad pequeña de nubes. El canal INFRA da los valores cuantitativos de la temperatura. Se han desarrollado programas especiales que permiten utilizar el sistema automático de interpretación de imágenes I-100. Con este sistema I-100, es posible combinar los dos canales VIS e INFRA para obtener mapas más exactos de las características oceanográficas superficiales.

Se han utilizado también datos de la temperatura superficial del mar obtenidos por el Centro Nacional de Datos Oceanográficos (DHN) que es la Institución Oficial del Brasil para el intercambio de datos Oceanográficos. Estos datos que son obtenidos por buques de ocasión dan una idea de la verdad del mar y se utilizan para corregir los datos de los satélites.

El canal VIS del VISSR también puede dar una idea de la distribución de los sedimentos que salen del Río de la Plata y de la forma como se extienden hacia el Noreste de la región costera.

La región de estudio se muestra en la Figura 1; donde se ha utilizado una fotografía ampliada del canal VIS obtenida en el sistema I-100.

El trabajo fue desarrollado en base a cintas magnéticas generadas en INPE, Cachoeira Paulista, del sensor VISSR del satélite geoestacionario GOES-5 (GOES ESTE), el día 30 de septiembre de 1983 a las 11:30 h (Hora local). El archivo de estas cintas magnéticas generadas en Cachoeira Paulista, se mantiene en INPE, São José dos Campos. En esta última ciudad se cuenta con un sistema de monitoreo de las imágenes del satélite GOES-5, denominada UAI (Unidade Analizadora de Imágenes); donde se analizan las imágenes en tiempo real. Gracias a este sistema UAI es posible ver el estado de cobertura de nubes algunas horas antes de la grabación de las cintas. Una vez tomada la decisión de grabar una cinta, se avisa por teléfono a Cachoeira Paulista donde se inicia y se completa la grabación. De Cachoeira Paulista son enviadas a São José dos Campos las cintas grabadas, y estas son analizadas en el computador Burroughs 6800 en donde por cada cinta se obtienen dos cintas conteniendo los canales VIS e INFRA respectivamente.

Con las imágenes sectorizadas es posible obtener una grabación en una área que se denomina "supersector". De ella se extrae en el I-100 aquella área que interesa. Se están desarrollando varios proyectos en el área comprendida entre 10° N y 45° S y 30° W y 75° W aproximadamente.

2. INSTRUMENTOS Y MÉTODOS

Fue usado el Sistema I-100 para interpretar la imagen del 30 de septiembre de 1983. Este Sistema tiene cinco canales los cuales se usan normalmente para cualquier imagen multiespectral. Generalmente el primer canal se usa para el VIS y el segundo para el INFRA (comúnmente el quinto canal se utiliza para guardar o almacenar la red geográfica (o grilla)).

Durante el análisis de la imagen se comienza por ver el VIS donde se localiza el área de interés. Luego se lee el INFRA y se amplía hasta que coincida con el área determinada con el VIS. Esta operación es una superposición elemental, de cada elemento de la imagen VIS con cada elemento del INFRA (Pixel a Pixel). En seguida se eliminan las nubes en el VIS y en esa misma área, se hace el impreso final conteniendo la carta temática de la temperatura. La Figura 2 es un diagrama de flujo de las diferentes operaciones. Este diagrama explica todo el proceso de utilización de los canales VIS e INFRA para la eliminación de las nubes antes de generar la carta de la estructura térmica superficial del mar. La Figura 3 es una representación esquemática de la clasificación "célula unitaria" (single cell).

La extensión de los sedimentos que salen del estuario del Mar del Plata se muestra en la Figura 4 que representa una ampliación del Vis obtenida en I-100 y en la Figura 5 que es un impreso o mapa digital obtenido en la impresora del I-100, utilizando el método descrito anteriormente para el canal VIS.

El vórtice del sistema de la corriente del Brasil se muestra en la Figura 6 (que es una ampliación del canal INFRA de la imagen).

La carta de temperatura SHIP fue hecha en la forma convencional y contiene los datos de temperatura en ($^{\circ}\text{C}$) de buques de ocasión, recibidos en INPE, São José dos Campos, del Centro Nacional de Datos Oceanográficos del Brasil. Estos datos de frecuencia diaria, en general no son muy abundantes en la región, de forma tal que se trabajó solamente con los datos existentes en el área que rodeaba el vórtice. Fue hecha también una comparación simple en ocho cuadrados que rodeaban el vórtice. Estos cuadrados de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ tenían valores de temperatura SHIP y esta temperatura se comparó con la temperatura obtenida por el Satélite.

Utilizando el método de los cuadrados mínimos fue hecho un análisis de regresión lineal de los datos de temperatura SHIP (Tsfc) y de Satélite (Tbb) y se encontró la siguiente relación:

$$\text{Tsfc} = 1.97 \text{ Tbb} - 3.80 \quad (1)$$

donde Tsfc es la temperatura corregida de la superficie del mar y Tbb es la temperatura equivalente de cuerpo negro obtenida por el Satélite. Ambas temperaturas fueron dadas en $^{\circ}\text{C}$.

3. RESULTADOS

La Fotografía de la Figura 8 es una superposición de los canales VIS e INFRA y corresponde a la composición de estos dos canales. Este es el resultado más importante del trabajo. Se puede observar en la Figura 9 como las áreas de maiores temperaturas rodean las áreas de menor temperatura ubicadas en el centro del vórtice. En este caso particular fue comprobado que el vórtice corresponde a la Corriente de las Malvinas.

El vórtice, conteniendo en su centro el núcleo de la Corriente de la Malvinas, tiene una temperatura corregida de $14.5 (^{\circ}\text{C})$ y está rodeado por aguas de $17.5 (^{\circ}\text{C})$ (también corregida) correspondiente a la Corriente del Brasil. Este vórtice tiene un diámetro de aproximadamente 100 km. Es de forma ovalada dando la impresión de que es una espiral. El centro del vórtice está localizado en 37°S y 53°O , (Figura 6). Las temperaturas mencionadas para el vórtice fueron corregidas utilizando la ecuación (1). Esta ecuación, fue obtenida con un coeficiente de correlación de 0.88 con un intervalo de confianza de 99.9%. Esto indica un alto grado de correlación entre los datos de temperatura SHIP y los de Satélite.

La Figura 8 es un mapa digital de los intervalos de temperatura no corregida de satélite, asociados con el vórtice. La Figura 6 es una Fotografía INFRA obtenida con el I-100 del vórtice y es equivalente al impreso de la Figura 8. Se enfatiza que la temperatura alrededor del vórtice fue obtenida en una área sin nubes.

Un análisis de la carta SHIP (Figura 6) para el mes de septiembre de 1983 muestra la existencia de centros de máxima y mínima temperatura que indican las tendencias para la formación de núcleos de alta o baja temperatura que normalmente están asociados con la presencia de las Corrientes del Brasil y de las Malvinas respectivamente. Debe tenerse en cuenta que la carta mensual estaría indicando una distribución estadística mensual. No obstante la imagen del vórtice del día 30 de septiembre es una imagen instantánea del vórtice y por esto no podría esperarse que exhibiese una coincidencia en la posición de los núcleos de alta e baja temperatura de la carta de Figura 6. Los datos de temperatura SHIP para el día 30 de septiembre fueron muy escasos en el área del centro del vórtice. Por ello para ese día es difícil hacer una corrección detallada de los datos del satélite.

Otra característica encontrada en las imágenes VIS de la región costera adyacente al área vórtice, son los sedimentos del Mar del Plata. Estos sedimentos son arrastrados por el Río Paraná y Uruguay que llegan al estuario del Mar del Plata; de donde se extienden hacia el Noreste arrastrados por la corriente de las Malvinas. La Figura 4 muestra una fotografía ampliada de estos sedimentos, la Figura 5 es un impreso generado con el canal VIS, utilizando la misma metodología utilizada para la composición VIS-INFRA.

La existencia de vórtices en la región del estudio ha sido discutida en los trabajos arriba mencionados y también ha sido mencionada por Legeckis (1982) y Godoi e Stevenson (1984). Legeckis describió los vórtices de los principales sistema de corrientes (frentes oceánicos) de todos los océanos. En particular se refirió a aquellos del Sistema de la corriente del Brasil.

4. CONCLUSIONES

Del presente trabajo pueden deducirse las siguientes conclusiones:

1. Es posible localizar y estudiar algunas características oceánicas y costeras, utilizando los datos del VISSR del Satélite GOES-5.
2. Es posible monitorar la evolución de características superficiales utilizando datos del satélite GOES-5 y los sistema UAI- e I-100 de interpretación de datos en tiempo real. El sistema UAI es de gran importancia porque permite monitorar la cobertura de nubes en tiempo real.
3. Es posible obtener una descripción detallada de las características superficiales utilizando la metodología de la superposición de los canales VIS e INFRA.
4. Es posible corregir los datos de temperatura del satélite GOES-5 con los datos de temperatura SHIP para hacer que los mapas temáticos sean obtenidos en un tiempo relativamente corto. Esta corrección representa aquella de los datos de temperatura del satélite por los efectos atmosféricos, es decir la variación de temperatura de la atmósfera, debido a la presencia de vapor de agua, concentración de CO₂, etc.

5. RECONOCIMIENTOS

Este trabajo fue financiado parcialmente por la SAICIRM según contrato nº 9003. Se agradece la contribución del Centro Nacional de datos, DHN, por haber enviado los datos de temperatura SHIP.

6. REFERENCIAS

- Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). Atlas oceanográfico do Atlântico Sul. Rio de Janeiro, 1972. Edição provisória.
- Castro Filho, M.B. Análise termohalina de massas de água da Região Oeste do Oceano Atlântico Sul Tropical. Tese Mestrado São Paulo. Instituto Oceanográfico de Universidade de São Paulo, 1977.
- Godoi, de S.S. and M.R. Stevenson "Seasonal Oscillations of the Subtropical Convergence Between the Brasil and Malvinas Currents, Using Oceanographic and SMS-2 Satellite Data. [XV International Congress of Photogrametry and Remote Sensing: 17-29/06/84 Rio de Janeiro]. São José dos Campos, INPE-3092-PRE/497. Maio de 1984.
- Ikeda, Y.; Stevenson, M.R. "Time series analysis of NOAA-4 sea surface temperatura (SST) data". Remote Sensing of Environment, 7:349-362 (1978).
- Inostroza V., H.M.; Almeida, E.G. "O extremo oeste da convergência sub-tropical do oceano Atlântico Sul segundo os satélites NIMBUS V; NOAA 5 e dados oceanográficos, nos anos 1973 e 1978. I Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, São José dos Campos, 27-29 de novembro de 1978. VI. 2 pp: 752-766. 1981.
- Inostroza V., H.M.; Stevenson, M.R. "Aspectos do Sistema da Corrente do Brazil segundo os Satélites SMS-2, NOAA-6 e TIROS-N nos anos 1979 e 1980". São José Campos, SP. INPE-2975-RPE/450- Dez. 1983.
- Legeckis, R.V. "A survey of world wide sea surface temperature fronts detected by environmental satellites. Journal of Geophysical Research, 83(9):4501-4522, sept. 1978.

- Miranda, L.B. de; Castro Filho, B.M. de. Aplicação do diagrama T-S estatístico volumétrico à análise das massas d'água da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul. Boletim do Instituto Oceanográfico, 28(1):185-200, 1979.
- Reid, L.; Nowlin Jr., W.D.; Patzert, W.C. On the characteristics and circulation of the South Western Atlantic Ocean. Journal of Physical Oceanography, 7(1):62-91, jan. 1977.
- Signorini, R. On the circulation and the volume transport of the Brazil Current between Cape of São Tomé and Guanabara Bay. Deep Sea Research. 25(5):481-490, may, 1978.
- Tseng, Y.C.; Inostroza V., H.M.; Kumar, R. Study of the Brazil and Falkland Currents using THIR Images of NIMBUS-V and oceanographic Data in 1972 to 1973. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 11, Ann Arbor, M.I., 1971. Proceedings. Ann Arbor, MI, ERIM, 1977. Vol. 2, p. 859-871
- Tseng, Y.C. (1974). Study of the Surface Boundary of the Brazil and Falkland Currents, Seminar on Space Applications of Direct Interest to Developing Countries, INPE, São José dos Campos-SP, Brasil. Vol. 2: pp 160-173.



FIGURA 1. ÁREA DEL ESTUDIO

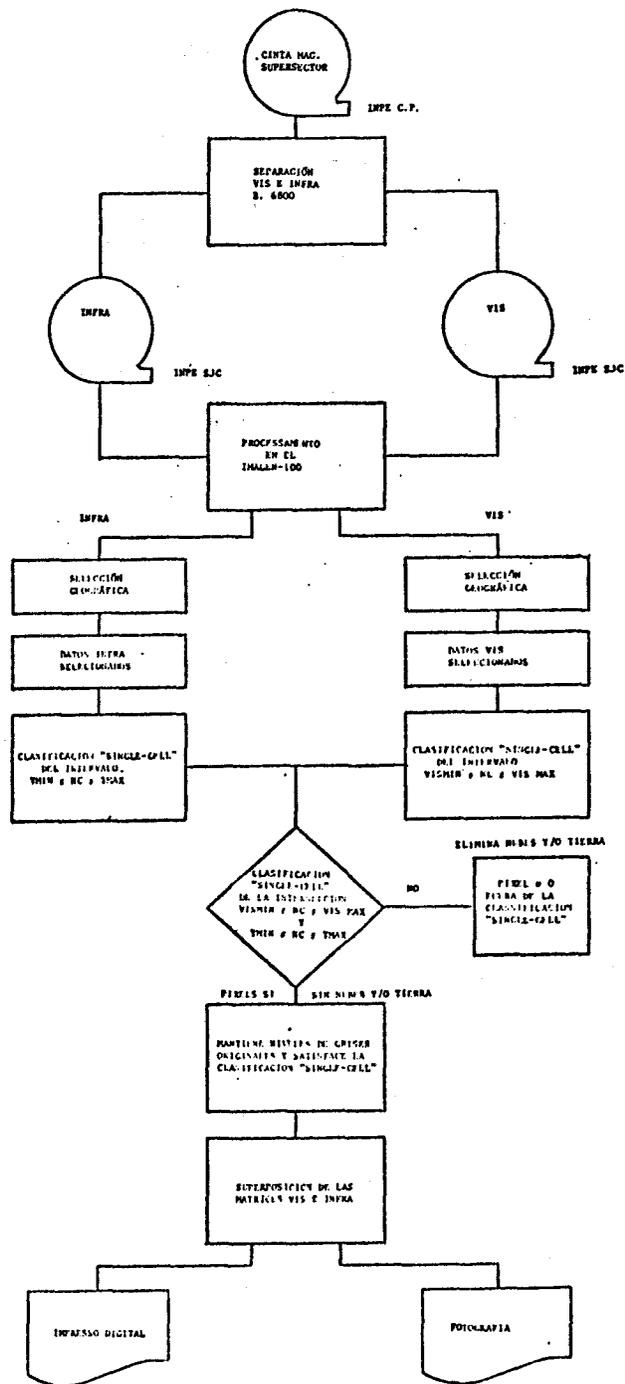


FIGURA 2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL TRATAMIENTO DE LA IMAGEN

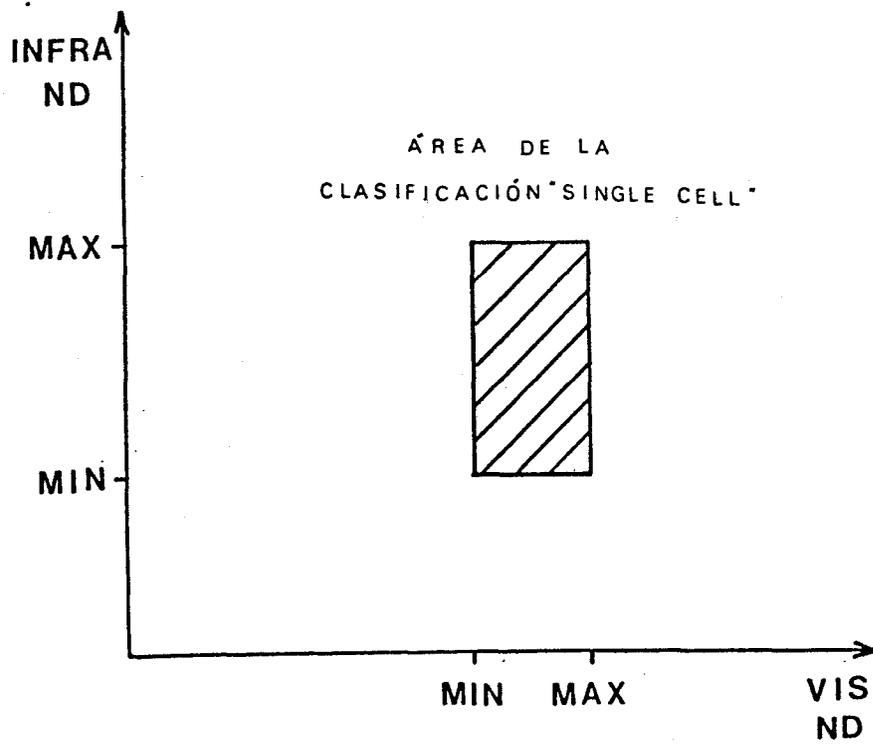


FIGURA 3. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA CLASIFICACIÓN "SINGLE CELL"



FIGURA 4. FOTOGRAFÍA DE LOS SEDIMENTOS

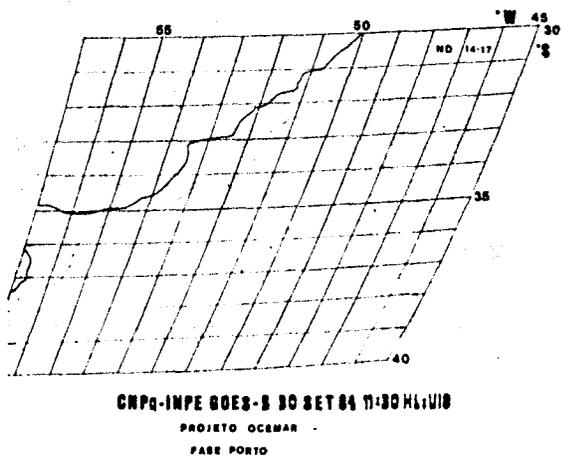


FIGURA 5. FOTOGRAFIA DEL IMPRESSO DE LOS SEDIMENTOS

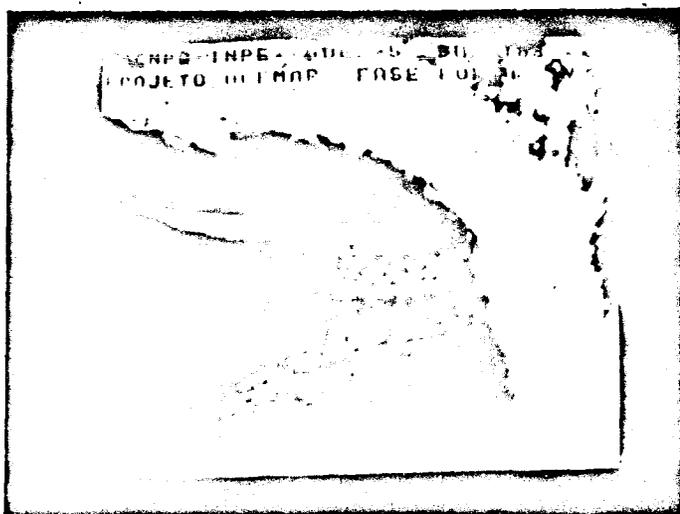


FIGURA 6. FOTOGRAFIA INFRA DEL VÓRTICE DEL SISTEMA DE LA CORRIENTE DEL BRASIL

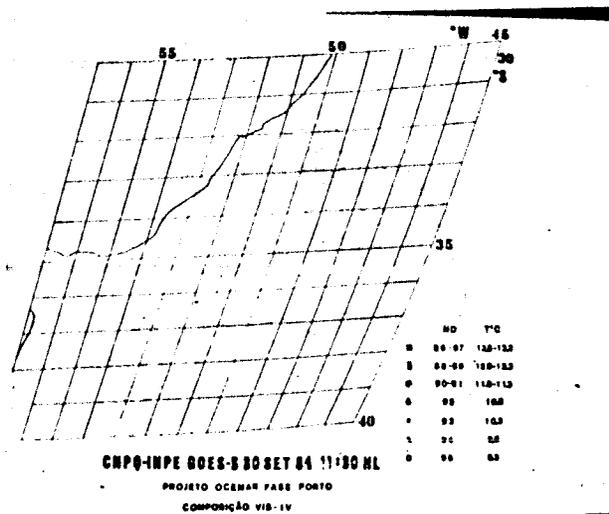


FIGURA 7. FOTOGRAFIA DEL IMPRESO DEL VÓRTICE

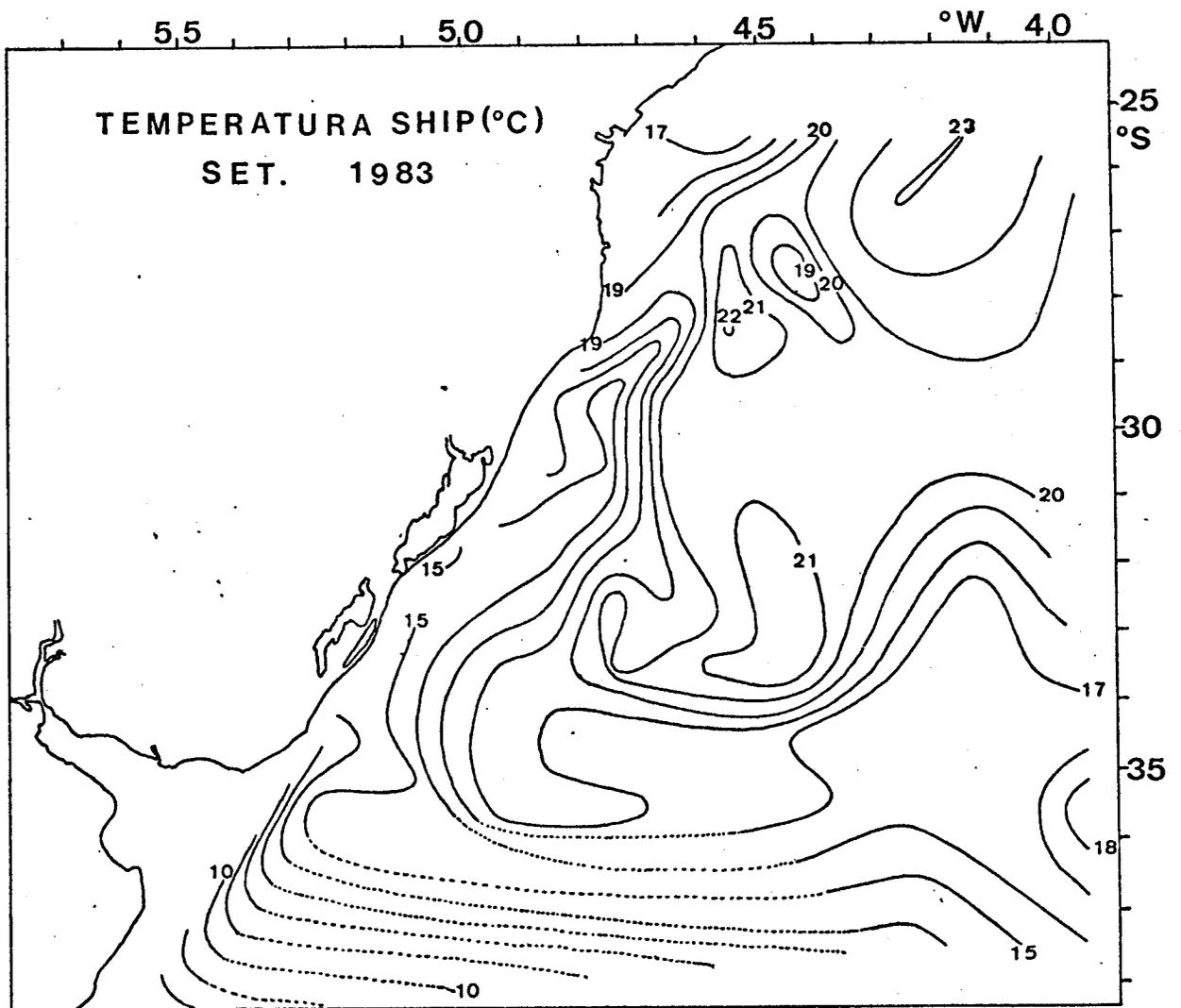


FIGURA 8. CARTA SHIP DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL (°C) DEL MAR EN EL MES DE SEPTIEMBRE DE 1983

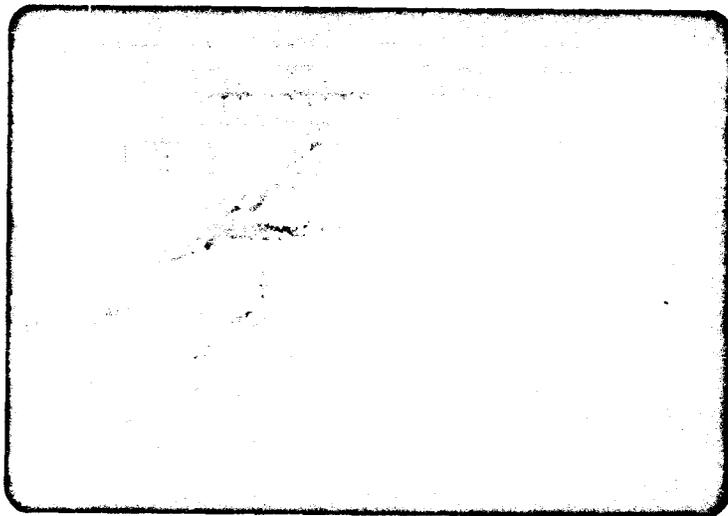


FIGURA 9. FOTOGRAFÍA DEL IMPRESO DEL SISTEMA DE LA CORRIENTE DEL BRASIL. COMPOSICIÓN VIS-INFRA