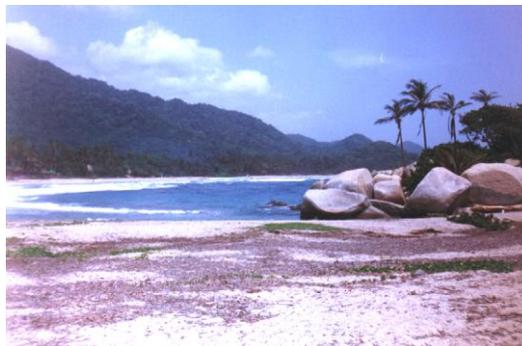


Original: Diciembre 2008

**ESTUDIO CLIMÁTICO Y OCEÁNICO
DE LAS ÁREAS MARINAS DE COLOMBIA**



Ígor Málikov
(Oceanólogo)

CONTENIDO

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. BASES DE DATOS DISPONIBLES EN INTERNET.....	4
2.1. Base de datos ICOADS (1°x1°).....	5
2.2. BASE DE DATOS NCEP/NCAR REANALYSIS 1.....	6
2.3. BASE DE DATOS NCEP/NCAR REANALYSIS MONTHLY MEANS AND OTHER DERIVED VARIABLES.....	6
2.4. NCEP-DOE REANALYSIS 2:.....	8
2.5. THE CISL RESEARCH DATA ARCHIVE (RDA).....	8
2.6. WOCE SATELLITE DATA.....	9
2.7. DATASET ID: ERDTASSH1DAY.....	9
2.8. WORLD OCEAN ATLAS 2005 (WOA05).....	10
3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	11
4. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE VARIABLES OCÉANO- ATMOSFÉRICAS SOBRE LA CUENA DEL PACÍFICO COLOMBIANO.....	12
4.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR.....	12
4.2. SALINIDAD SUPERFICIAL DEL MAR.....	20
4.3. TEMPERATURA DEL AIRE.....	26
4.4. HUMEDAD RELATIVA.....	32
4.5. PRECIPITACIÓN.....	37
4.6. PRESIÓN ATMOSFÉRICA, VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO.....	41
4.7. RADIACIÓN DE ONDA CORTA.....	47
4.8. NIVEL DEL MAR.....	51
4.9. ALTURA DE SUPERFICIE LIBRE DEL MAR.....	55
5. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE VARIABLES OCÉANO- ATMOSFÉRICAS SOBRE EL CARIBE COLOMBIANO.....	58
5.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR.....	58
5.2. SALINIDAD SUPERFICIAL DEL MAR.....	64
5.3. TEMPERATURA DEL AIRE.....	70
5.4. HUMEDAD RELATIVA.....	75
5.5. PRECIPITACIÓN.....	81
5.6. PRESIÓN ATMOSFÉRICA, VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO.....	86
5.7. RADIACIÓN DE ONDA CORTA.....	94
5.8. NIVEL DEL MAR.....	100
5.9. ALTURA DE SUPERFICIE LIBRE DEL MAR.....	104
BIBLIOGRAFÍA.....	110

ESTUDIO CLIMÁTICO Y OCEÁNICO DE LAS ÁREAS MARINAS DE COLOMBIA

RESUMEN

Se dan a conocer las diferentes bases de datos internacionales de donde fueron obtenidos los parámetros meteorológicos y oceanográficos: precipitación, presión atmosférica, temperatura del aire, humedad relativa, velocidad y dirección del viento superficial, radiación de onda corta, temperatura superficial del mar, salinidad, nivel del mar y superficie libre (periodo 1971 – 2000) para las áreas marítimas del Pacífico y Caribe Colombianos. Se determina la climatología de las variables encontradas. Se presentan las gráficas de la oscilación climatológica en puntos de observación representativos de cada región marítima colombiana y los campos horizontales en superficie. Se describe la distribución espacial de cada variable.

Palabras Claves: Bases de datos, meteorología marina, comportamiento climático, Pacífico Colombiano, Caribe Colombiano.

ABSTRACT

The document gives different international databases which from oceanographic and meteorological parameters were collected: precipitation, atmospheric pressure, air temperature, relative humidity, superficial direction and wind speed, short-wave radiation, sea surface temperature and salinity, sea level and free surface during the period 1971 - 2000 for marine areas of the Colombian Pacific and Caribbean. The climatology of these variables was determined. Graphics of climatology variation over observation points which represent regions of the Colombian maritime areas and horizontal surfaces are showed. The space climatology distribution of each variable is described.

Key words: Databases, marine meteorology, climate behavior, Colombian Pacific, Colombian Caribbean.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se dan a conocer los resultados de los objetivos planteados en el Contrato de Prestación de Servicios No. 080/2008.

OBJETIVO GENERAL:

Realizar el estudio climático y oceánico de las áreas marinas de Colombia, la implementación de base de datos numéricos y cartográficos de estas áreas y la optimización del servicio de meteorología Marina a los usuarios.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1) Revisión bibliográfica de productos y estudios disponible en Colombia y otras regiones, sobre climatología y oceanografía de las áreas marítimas.
- 2) Implementación de bases de datos para las áreas marítimas colombianas, de ser posible de las siguientes variables prioritarias: precipitación, presión, temperatura del aire, velocidad y dirección del viento superficial, temperatura superficial del mar, radiación y el nivel del mar.
- 3) Caracterización climática del Pacífico y Caribe colombianos: análisis a nivel mensual del comportamiento espacial y temporal de las variables mencionadas en el punto 2.
- 4) Preparación de una base de datos cartográfica en argis con los productos del estudio climático y oceanológico.
- 5) Preparación de Nota Técnica sobre resultados del Estudio y entrega de productos en formato digital.

El documento consta de 5 partes. En la primera se hace una relación de las bases de datos utilizadas, en la segunda se describen los procedimientos y programas usados para el procesamiento de la información. En la tercera y cuarta partes se muestra la distribución espacial de cada parámetro analizado y la caracterización climática de las variables océano-atmosféricas sobre la Cuenca del Pacífico y el Caribe Colombiano. Por último, se presenta un listado de bibliografía que sirvió de base para la búsqueda de las fuentes de información y la descripción de las variables de cada región.

2. BASES DE DATOS DISPONIBLES EN INTERNET

Se consultaron diversas bases de datos existentes en Internet, de las cuales se analizaron las siguientes variables:

- Precipitación (kg/m²)
- Presión Atmosférica (hPa)
- Temperatura del Aire (°C)
- Velocidad (m/s) y Dirección del Viento (°) Superficial
- Temperatura Superficial del Mar (°C)

- Radiación (W/m^2)
- Nivel del mar (m)

En la selección de las fuentes de información, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Que la información tuviera una resolución espacial no mayor a 1.0° , debido a que el área de las regiones de estudio (Caribe y Cuenca del Pacífico Colombianos) no son muy extensas y una resolución espacial mayor mostraría variables muy suavizadas.
- Que la resolución temporal fuera mensual y cubriera el período 1971 - 2000, ya que para la determinación de la climatología de regiones que se encuentran bajo la influencia de fenómenos océano – atmosféricos de largo período como El Niño-Oscilación Sur (ENOS), la Oscilación Atlántico Norte (OAN) y la Oscilación Decadal del Pacífico (ODP), entre otros, se sugiere este período.

2.1. Base de datos ICOADS ($1^\circ \times 1^\circ$)

Fuente: <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.coads.1deg.html>

La base de datos ICOADS (International Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set) es la colección más extensa de información marítima superficial disponible para el océano mundial durante los dos últimos siglos. Su cobertura temporal está dada en valores mensuales desde enero de 1960 hasta mayo de 2007. Su cobertura espacial se presenta tanto en longitud como en latitud en $1^\circ \times 1^\circ$, siendo la malla global (180×360) en $89.5N - 89.5S, 0.5E - 359.5E$.

Las variables que se encuentran en esta base de datos, con la respectiva nomenclatura utilizada en ella son: Temperatura Superficial del Mar (S), Temperatura del Aire (A), Viento Escalar (W), U-viento (U), V-viento (V), Presión sobre el Nivel del mar (P), Nubosidad (C), Humedad Relativa (R).

El registro histórico de datos superficiales marítimos, cubre actualmente más de 200 años y es mantenido por el proyecto ICOADS. Este proyecto es el resultado de un esfuerzo cooperativo entre la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), el National Environmental Satellite, Data, and Information (NESDIS), el National Climat Data Center (NCDC), el Earth System Research Laboratory (ESRL) y el National Center for Atmospheric Research (NCAR).

Los datos marítimos globales observados principalmente por barcos entre 1784 y 2007 (período de registro actualmente disponible), han sido colectados, corregidos, y resumidos estadísticamente a nivel mensual. ICOADS proporciona un estándar de comparación a los registros meteorológicos y oceanográficos recopilados diariamente. Las variables medidas han sido utilizadas en estudios globales y regionales de balance de calor, ENOS, OAN, calibración de datos de satélite, pesquerías

sostenibles, circulación del océano en 4 dimensiones, dinámica, morfología costera, nivel del mar, intercambio de calor océno-atmósfera y otros.

Los datos están disponibles en formato ASCII o netCDF estandarizado y pueden ser obtenidos por medio de solicitud directa en línea de acuerdo con la zona, variable y periodo de registro requeridos; también son almacenados en un formato binario y su utilización es accesible por medio de un programa en Fortran.

2.2. BASE DE DATOS NCEP/NCAR REANALYSIS 1.

Fuente: <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.surface.html>

El proyecto Reanalysis NCEP/NCAR es producto del esfuerzo conjunto entre los Centros de Investigación climática y Ambiental “Nacional Centers for Environmental Prediction NCEP - Nacional Center for Atmospheric Research NCAR”. El objetivo es producir estudios climatológicos usando datos históricos desde 1948 hasta la actualidad y también análisis del estado del tiempo y de la circulación atmosférica del Climat Data Assimilation System (CDAS).

La cobertura temporal de la información es diaria y mensual desde el primero de enero de 1948 hasta la fecha. A nivel espacial se maneja una malla global de (144x73) de 90N – 90S, 0E - 357.5E, con una resolución de 2.5 grados de latitud por 2.5 grados de longitud.

Los niveles analizados son de superficie o atmósfera entera.

Las variables medidas son: Temperatura del Aire, Agua Precipitada, Presión Atmosférica, Humedad Relativa, Presión Atmosférica sobre el Nivel del Mar, U-viento y V-viento. El agua precipitada es un archivo de 3D sobre una malla de 2.5 grados, pero no es un valor superficial, sino valores para la columna atmosférica completa.

2.3. BASE DE DATOS NCEP/NCAR REANALYSIS MONTHLY MEANS AND OTHER DERIVED VARIABLES

Fuente: <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis.derived.surfaceflux.html>

Su cobertura temporal es de valores diarios y mensuales desde enero de 1948 hasta la actualidad. La cobertura espacial es la T62 Malla Gaussiana (192x94) 88.542N - 88.542S, 0E - 358.125E. La variable es la radiación de onda corta en superficie.

Hasta hace poco tiempo, la meteorología ha tenido que recurrir a análisis que apoyen el pronóstico en tiempo real. Estos análisis resultan tan heterogéneos a través del tiempo que han debido hacerse grandes mejoras en los sistemas de asimilación de datos. Estas mejoras han producido cambios aparentes en el clima, incluso en cantidades fundamentales como la fuerza de la célula de Hadley, a consecuencia de los cambios en los sistemas de asimilación de datos.

La calidad y utilidad de los re-análisis deberían resultar superiores a los análisis originales del NCEP, ya que el estado del arte de la asimilación de datos utiliza más observaciones y por tanto, el control de calidad ha sido mejorado en el procedimiento de asimilación modelo-datos y permanecerá esencialmente sin alteración durante el proyecto.

El modelo incluye parametrizaciones de todos los procesos físicos principales, es decir radiación (incluso el ciclo diurno e interacción con nubes), convección, precipitación en gran escala, convección somera, física de la capa límite, hidrología superficial interactiva, fricción de onda de gravedad, y la difusión vertical y horizontal.

El Control de Calidad Complejo (CCC) es usado para comprobar las alturas del sondeo de viento y temperaturas por consistencia. El CCC calcula residuales de varios controles independientes (es decir calcula la diferencia entre una observación y el valor esperado para aquella observación de cada control), y luego usa estos residuales para aceptar, rechazar o corregir datos. El CCC incluye varios controles usados operacionalmente, incluso un control hidrostático, control de incremento y control de interpolación horizontal y vertical.

Un control de línea de fondo es usado para determinar errores y cambios de la posición de la estación. Un control de interpolación temporal, no usado operacionalmente, también se realiza en el reanálisis. Las estadísticas muestran que este control es comparable al control de incremento, y es en particular útil cuando la primera conjetura (control de incremento de la primera aproximación) no está disponible. En la actualidad, aproximadamente el 7 % de las observaciones de sondas tienen al menos un error. Aproximadamente el 75 % de los errores hidrostáticamente detectables son corregidos, y el 60 % de los errores de línea de fondo son corregidos.

El Control de Calidad de Interpolación Óptimo (CCIO) es un procedimiento de proyección final para observaciones usadas en la asimilación. El CCIO detecta datos con errores gruesos generados por instrumentos, personal o comunicaciones y los excluye de la asimilación. El CCIO también comprueba observaciones con errores de gran representatividad, es decir observaciones que parecen exactas, pero que representan escalas espaciales y temporales imposibles de resolver en el sistema de asimilación. Existen 3 criterios que rigen al CCIO: (1) utilización de interpolación estadística tri-dimensional multivariada para controles de estaciones vecinas (es decir. obtener la comparación valorada para cada observación de puntos de grilla vecinos), (2) uso de componentes de control de calidad independientes que colectivamente sugieren si los errores existen en una observación, y (3) uso de una decisión "no jerárquica" haciendo un algoritmo en el cual las decisiones finales de aceptación o rechazo de datos son tomadas sólo después de que todos los controles se han completado.

Antes de que el módulo de reanalysis (que consiste en el análisis, el modelo y el control de calidad) sea ejecutado, el preprocesador de datos reformatea los datos que vienen de diversas fuentes en el formato de BUFR (formato binario universal de representación de datos meteorológicos). Este permite la detección de problemas del

formato de datos. El preprocesador incluye un sistema especial de satélite para monitoreo de datos de sondeos del TIROS Operational Vertical Sounder (TOVS) el cual es necesario para el control de calidad del archivo del National Environmental Satellite Data and Information (NESDIS). El sistema de Control de Calidad Complejo (CCC) es usado en el preprocesador, pero sin el uso del primer valor de aproximación. Un sistema de monitoreo automático ha sido desarrollado para verificar la salida del reanalysis cada mes usando pruebas climatológicas y estadísticas para cada mes.

2.4. NCEP-DOE REANALYSIS 2:

Fuente: <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/data.ncep.reanalysis2.surface.html>

La cobertura temporal es de valores diarios y mensuales desde el primero de enero de 1979 hasta el primero de diciembre del 2005. La cobertura espacial es de 2.5 de latitud por 2.5 grados de longitud, con una malla global de (144x73) 90N – 90S, 0E - 357.5E. La variable que contiene es la altura de superficie libre dada en metros.

El Reanálisis 2 de NCEP-DOE es una versión mejorada del modelo de reanalysis 1 NCEP en el cual se corrigen los errores y se actualizan las parametrizaciones de los procesos físicos. En este programa se tienen que incorporar mejoras como una resolución horizontal y vertical más alta, una asimilación directa de datos de radiación, el uso (apropiado) de datos del Spatial Sensor of Microwave/Imager (SSM/I) y la asimilación de datos de precipitación.

2.5. THE CISL RESEARCH DATA ARCHIVE (RDA)

Fuente: <http://search.dss.ucar.edu/cgi-bin/dssearch?words=ds314.0>

La variable que se encuentra en esta base de datos es la radiación de onda corta que cae a la superficie terrestre, dada en W/m^2 .

El conjunto de 50 años de datos de valores meteorológicos globales para el modelamiento de la superficie de la Tierra ha sido desarrollado para ser usado en modelos hidrológicos de superficie. El conjunto de datos se construyó a partir de la combinación de una serie de datos de observación global y el reanalysis NCEP/NCAR.

Analizando las tendencias de la precipitación del reanalysis y las de la meteorología de la superficie cercana, se ha detectado un efecto erróneo sobre el modelamiento del agua superficial continental y de los balances de energía, estos errores son corregidos usando conjuntos de datos observados de precipitación, temperatura del aire y radiación. También se hacen correcciones a las estadísticas diarias de precipitación de la precipitación del reanalysis, las cuales han sido introducidas para exponer un supuesto patrón de ondas en el invierno de latitudes altas.

La precipitación es desintegrada en el espacio de 1.0 grado por reducción estadística utilizando las relaciones desarrolladas con el producto diario del Global Precipitation Climatology Project (GPCP). La división en el tiempo desde un día hasta 3 horas es

llevada a cabo del mismo modo, usando el conjunto de datos de tiempo real de 3 horas de la Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM).

Otras variables meteorológicas como la radiación de onda corta descendiente y la radiación de onda larga, la humedad específica, la presión atmosférica superficial y la velocidad de viento, son disminuidas en su escala espacial teniendo en cuenta los cambios de elevación. El conjunto de datos es evaluado versus el conjunto de datos corregido del segundo Global Soil Wetness Project (GSWP-2). El producto final proporciona un conjunto de datos de largo período global, que contiene variables meteorológicas de superficie que pueden ser utilizadas para modelos de procesos terrestres hidrológicos y ecológicos para el estudio de la variabilidad estacional e interanual y para la evaluación de modelos acoplados y otros esquemas de predicción de la superficie de la tierra.

2.6. WOCE SATELLITE DATA

Fuente: http://podaac.jpl.nasa.gov/woce/woce3_topex/

La variable contenida en esta base de datos es la altura superficial del mar en metros. La cobertura temporal es de 5 días desde octubre de 1992 hasta diciembre del 2001. La cobertura espacial es de 1 grado de latitud por 1 grado de longitud, en una malla global.

TOPEX/POSEIDON fue una misión altimétrica que medía la altura de onda significativa, la superficie media del mar, sigma, y todos los parámetros necesarios para calcular anomalías de la altura de la superficie del mar. Fue lanzado el 10 de agosto de 1992 y comenzó a coleccionar datos el 25 de septiembre de 1992 (en el ciclo 1). El último ciclo del TOPEX/POSEIDON fue el 481 (el 8 de octubre del 2005). TOPEX/Poseidon tenía una exactitud de órbita de 4.2 cm. La lista de los ciclos de TOPEX/Poseidon por fechas está disponible en: sea_surface_height, el cual es un directorio que contiene datos de altimetría.

2.7. DATASET ID: ERDTASSH1DAY

Institución: NOAA CoastWatch, West Coast Node

Fuente: <http://coastwatch.pfel.noaa.gov/erddap/griddap/erdTAssh1day.html>

La variable de esta base de datos es la altura superficial del mar en metros con una cobertura espacial de 0.25-grado de malla global. La cobertura temporal es de 7 días desde octubre de 1992 hasta diciembre de 2008.

Es un programa que tiene múltiples sensores: JASON-1, TOPEX/POSEIDON, ENVISAT, GFO, ERS 1/2, GEOSAT

La NOAA CoastWatch proporciona la medición de la desviación de la altura de la superficie del mar obtenida del programa AVISO. El AVISO (Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic data) es un programa que suministra un

conjunto de datos de altimetría continuos de largo período combinando misiones altimétricas anteriores y actuales. La topografía superficial del océano es una medición importante para entender los procesos fundamentales que explican las corrientes oceánicas. Los centros de presión oceánica pueden direccionar las corrientes del océano de la misma forma en que los centros de presión atmosféricos conducen los vientos en la atmósfera.

La altura de la superficie del mar (Sea Surface Height) es la altura que se encuentra sobre la referencia de un elipsoide, es una aproximación simplificada de la superficie de la tierra. La SSH es calculada como la diferencia entre la altitud del satélite encima del elipsoide y el rango corregido del satélite (o sea la distancia entre el satélite y la superficie del océano medida por el altímetro del satélite). Los datos son recibidos y procesados a datos de altimetría para cada satélite individual, y luego son combinados. Los datos son proporcionados una vez cada 7 días, aunque las medidas pueden ser tomadas hasta 3 días antes o después de la fecha que se muestra en los datos.

La SSH combinada es calculada como el promedio ponderado de las mediciones de varios satélites de diferentes misiones satelitales, las más precisas son utilizadas como referencia para las misiones con mayor error. El procesamiento es demorado hasta lograr la mejor calidad de los datos, para ello se cuenta con una ventana de tiempo centrada en las calibraciones del satélite y usando una posición orbital más precisa.

2.8. WORLD OCEAN ATLAS 2005 (WOA05)

Fuente: http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA05/pr_woa05.html

Los datos hidrográficos históricos analizados objetivamente del océano global del Atlas del Océano Mundial NODC estadounidense 2005 son proporcionados en el formato de colección ODV, listo para ser usado con el software de visualización y análisis Ocean View.

Los datos de WOA05 están disponibles con una resolución de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ en malla global. Las variables tomadas de esta base de datos son: Temperatura del mar en $^{\circ}\text{C}$ y Salinidad en psu.

Los datos son proporcionados en las siguientes profundidades estándares (en m): 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1750, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 5500.

El Atlas del Océano Mundial 2005 (AOM05) es un conjunto de campos climatológicos in situ con una malla de 1° analizados objetivamente, con información de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, la utilización de oxígeno aparente, la saturación de oxígeno, fosfato, silicato, y nitrato en profundidades estándares de períodos anual, estacional, y mensual para el Océano Mundial. Esta base de datos también incluye

campos estadísticos asociados a perfiles oceanográficos observados, interpolados a profundidades estándares tanto en una malla de 1° como en una malla de 5°.

La estadística de las variables mencionadas de malla de 1° de longitud y latitud de las profundidades estándares incluyen:

- Número de observaciones cada 1°
- Promedio de todas las observaciones cada 1°,
- Desviación estándar de todas las observaciones cada 1°
- Error estándar del promedio de todas las observaciones cada 1°
- Número de puntos de la malla que contienen datos dentro de la región de influencia que rodea a cada punto de la malla usado para el análisis objetivo.
- Diferencia entre el valor observado en 1° y el valor analizado objetivamente cada 1°
- Valor estacional o mensual objetivamente analizado menos el valor anual climatológico.

3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información obtenida de diferentes bases de datos tiene el formato binario netCDF estandarizado. Los archivos conseguidos en las páginas web nombradas en el capítulo anterior contienen datos de precipitación (kg/m^2), presión atmosférica (hPa), temperatura del aire ($^{\circ}\text{C}$), velocidad (m/s) y dirección ($^{\circ}$) del viento superficial, temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$), radiación (W/m^2), nivel del mar (m) y altura de superficie libre del mar (m) a nivel mundial.

De la malla global de información se selecciona la zona de interés, para cada una de las variables y para el periodo de análisis. Además se transforman los datos del formato binario netCDF a formato ASCII, usando el siguiente procedimiento:

1. Con ayuda del software GrADS se recorta la información para la zona del Pacífico y el Caribe colombianos. La Cuenca del Pacífico está localizada entre las coordenadas geográficas 1°30' hasta 6°30' de latitud Norte y 77°45' hasta 84°30' de longitud Oeste. El Caribe Colombiano corresponde a las coordenadas geográficas 8°30' hasta 16°30' de latitud Norte y 69° hasta 82° de longitud Oeste. El script utilizado para tal efecto, es el "lats4d.gs", disponible en Internet en la página <http://www.iges.org/grads/users.html>,
2. La información recortada es convertida del formato netCDF al formato ascii introduciendo los archivos de cada variable en el software HDFView. Este software está disponible en la página web: <http://www.hdfgroup.org/hdf-java-html/hdfview/index.html>. Los archivos resultantes se copian en Excel para su tratamiento posterior.

A partir de los archivos Excel se determinan los promedios climáticos del período 1971-2000 para las variables: precipitación, presión atmosférica, velocidad y dirección

del viento superficial, temperatura del aire, temperatura superficial del mar, radiación, nivel del mar y altura de superficie libre del mar. Posteriormente, los promedios climáticos de todas las variables para el Pacífico y el Caribe Colombiano se graficaron en el software Surfer 8, para obtener los mapas promedio de cada variable.