

Atlas climatológico del mar Caribe colombiano



COLOMBIA
50% MAR

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
"José Benito Vives De Andrés" - INVEMAR
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible



Gobernación
del Magdalena



Libertad y Orden
Departamento Administrativo de
Ciencia, Tecnología e Innovación
Colciencias
República de Colombia



ecoPETROL
ENERGÍA PARA EL FUTURO



Libertad y Orden
SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO
República de Colombia

Atlas

climatológico

del mar Caribe

colombiano





Francisco Armando Arias Isaza
DIRECTOR GENERAL

Jesús Antonio Garay Tinoco
SUBDIRECTOR
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIONES (SCI)

Carlos Augusto Pinilla González
SUBDIRECTOR DE RECURSOS
Y APOYO A LA INVESTIGACIÓN (SRAI)

David Alejandro Alonso Carvajal
COORDINADOR PROGRAMA DE BIODIVERSIDAD
Y ECOSISTEMAS MARINOS (BEM)

Mario Enrique Rueda Hernández
COORDINADOR PROGRAMA DE VALORACIÓN
Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS MARINOS (VAR)

Luisa Fernanda Espinosa Díaz
COORDINADORA PROGRAMA
DE CALIDAD AMBIENTAL MARINA (CAM)

Paula Cristina Sierra Correa
COORDINADORA PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN
PARA LA GESTIÓN DE ZONAS COSTERAS (GEZ)

Blanca Oliva Posada Posada
COORDINADORA PROGRAMA DE
GEOCIENCIAS MARINAS (E) (GEO)

Oscar David Solano Plazas
COORDINADOR PROGRAMA
DE SERVICIOS CIENTÍFICOS (CSC)

www.invemar.org.co
CERRO PUNTA BETÍN, SANTA MARTA DTCH, COLOMBIA
PBX: +57 5 432 8600 • FAX: +57 5 432 8694 • A.A. 1016

GOBERNACIÓN DEL MAGDALENA



Omar Diazgranados Velasquez
GOBERNADOR DEL MAGDALENA 2008-2011

Luis Miguel Cotes Habeych
GOBERNADOR DEL MAGDALENA 2012-2015

Luis Fernando Barraza Escamilla
ASESOR GESTIÓN DEL RIESGO GOBERNACIÓN DEL MAGDALENA

COLCIENCIAS



Departamento Administrativo de
Ciencia, Tecnología e Innovación
Colciencias
República de Colombia

Jaime Restrepo Cuartas
DIRECTOR GENERAL

Juan José Trujillo
SUBDIRECTOR GENERAL

Paula Judith Rojas Higuera
PROGRAMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL MAR

ECOPETROL – ICP



Javier Gutiérrez Pemberthy
PRESIDENTE DE ECOPETROL

Néstor Saavedra
DIRECTOR INSTITUTO COLOMBIANO DEL PETRÓLEO, ICP

Germán Yuri Ojeda
GEOFÍSICO

INGEOMINAS



**SERVICIO GEOLOGICO
COLOMBIANO**
República de Colombia

Oscar Paredes Zapata
DIRECTOR GENERAL

Marta Lucía Calvache
DIRECTORA SERVICIO GEOLOGICO

Hernán José Sierra Montes
DIRECTOR SERVICIO MINERO

César Alberto Gómez Lozano
SUBDIRECTOR INFORMACIÓN GEOLOGICA MINERA

Preparado por:

Yves - François THOMAS
Laboratoire de Géographie Physique, UMR 8591 du CNRS
et de l'Université Paris I, 1 place Aristide – Briand, 92195
Meudon Cedex, France.

Alexandre NICOLAE-LERMA
Laboratoire de Géographie Physique, UMR 8591 du CNRS
et de l'Université Paris I, 1 place Aristide – Briand, 92195
Meudon Cedex, France.

Blanca Oliva POSADA POSADA
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito
Vives de Andrés”, Invemar, A.A. 1016, Cerro Punta Betín -
Santa Marta, Colombia.

Revisión técnica

Eddie Lora Yepes
Consultor grupo Ideha. Profesor Catedrático Universidad
del Norte.

Martha Bastidas
Ingeniera Física MSc en Oceanología. Jefe de Línea Oceanografía y Clima. Programa Geociencias Invemar.

Cítese como: Thomas, Y., A. Nicolae-Lerma y B. Posada.
Atlas climatológico del mar Caribe colombiano. Convenio
Especial de Cooperación Colciencias - Gobernación del
Magdalena - Invemar. Serie de Publicaciones especiales # 25.
Santa Marta. 132 páginas + CD.

Palabras clave: Clima, mar Caribe, satélites, tormentas,
olas, vientos.

Fotografía portada: Programa GEO

Fotografías contraportada: Programa GEO

Diseño e impresión: John Khatib / Carlos González
Ediprint Ltda. (ediprint.com.co)

ISBN: 978-958-8448-47-3

© 2012. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José
Benito Vives de Andrés” (Invemar), Santa Marta, Colombia.
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,
desde 1993 (Ley 99).

Derechos reservados conforme a la ley. Los textos pueden ser
reproducidos, total o parcialmente, citando la fuente.

Impreso en Bogotá, D. C. - Colombia
500 ejemplares

NOTA DEL DIRECTOR

Un atlas climatológico marino suministra un compendio de imágenes con representaciones cartográficas que proporcionan información sobre variables específicas que permiten tomar decisiones relacionadas con el bienestar de la población, la prevención de desastres naturales, la conservación de la biodiversidad y de un ambiente sano, así como la reducción de las pérdidas económicas, el desarrollo de la industria relacionada con el mar, por ejemplo de la navegación o de las empresas offshore y el desarrollo de infraestructura costera, entre otros.

Esta condición cobra una particular relevancia cuando el planeta se enfrenta a las consecuencias del cambio climático, con variaciones importantes en la longitud e intensidad de las temporadas de lluvias, mayor cobertura de nubes, fluctuaciones extremas de la temperatura entre los veranos e inviernos, aumento de la temperatura superficial del mar, ascenso del nivel medio del mar y cambios en las frecuencias de los fenómenos relacionados como huracanes o tormentas tropicales, o que afectan la distribución y cantidad de las especies marinas, incrementan las inundaciones, y afectan tierras de gran valor ecológico y económico.

Presentar un atlas climatológico marino constituye un gran esfuerzo en términos financieros, logísticos y operativos, dada la evidente necesidad de contar con profesionales altamente capacitados, herramientas informáticas muy robustas para el uso de modelos computacionales que simulen la física de la atmósfera y de los océanos y permitan el procesamiento de millones de datos disponibles en bases de datos internacionales, de los satélites que están o han estado en órbita, más los datos colectados por barcos en ruta, investigadores o un buen número de boyas alrededor de los mares del mundo.

Sin embargo, conscientes de la relevancia de que el país cuente con herramientas expeditas y eficientes para la toma de decisiones acertadas para el manejo costero, el Invemar, en convenio con Ingeominas y Ecopetrol-ICP suscribió un acuerdo con el CNRS de Francia en el marco del proyecto de “Evolución Geológica de la Sierra Nevada de Santa Marta, para el análisis de los datos disponibles hasta 2011. Como resultado se editaron los atlas de los datos ICOADS de presión atmosférica, viento y olas; el atlas de los datos ERS1-2 y Quikscat de la velocidad y la dirección de los vientos y el atlas de Topex-Poseidon de la altura significativa de las olas. Aunque no pudieron ser publicados sirvieron de base para las investigaciones que en los años sucesivos emprendió el Invemar en relación con la climatología del mar Caribe colombiano.

En el año 2011, dentro del marco del convenio Colciencias – Gobernación del Magdalena – Invemar, para el “análisis y valoración de los procesos erosivos en la costa continental e insular del Caribe colombiano” se consideró la importancia de retomar esta información, complementarla y ponerla a disposición de la comunidad científica, navegantes, autoridades marítimas y oceanográficas y muy especialmente para los tomadores de decisiones, para quienes estamos seguros de que la información aquí presentada constituirá un valioso insumo.



Francisco Armando Arias Isaza
DIRECTOR GENERAL



AGRADECIMIENTOS

Los autores de esta publicación agradecen a:

National Oceanic and Atmospheric Administration (Noaa) y a *National Science Foundation's National Center for Atmospheric Research* que nos permitieron el acceso a la Release 1c de la base de datos Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (Coads).

National Data Buoy Center (NDBC) por poner a disposición los datos de la boya.

Servicio de modelación de la Noaa, *National Center of Environmental Prediction* (NCEP), productor de los datos Wave Watch III.

Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (PO. DAAC) del *Jet Propulsion Laboratory*, responsable del archivo y la distribución de los productos Topex Poseidon, por poner a disposición el archivo Topex - SSHA del área de estudio.

Center for Satellite Exploitation and Research (Cersat) en Ifremer Plouzané (Francia) por haber puesto a nuestra disposi-

ción el archivo MWF de los difusómetros AMI-Wind, NSCAT y SeaWinds.

Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic Data (Aviso) por los productos altimétricos «DT/CorSSH/REF» producidos y distribuidos por ellos (<http://www.aviso.oceanobs.com>), como parte del segmento del proceso *Ssalto* de la División de Oceanografía Espacial de CLS y distribuidos vía FTP con el soporte del CNES.

Research Data Archive (RDA) por poner a disposición sus datos para los análisis que aquí se presenta y que son mantenidos por el *Computational and Information Systems Laboratory* (Cisl) en el *National Center for Atmospheric Research* (NCAR). NCAR es patrocinado por la *National Science Foundation* (NSF). Los datos originales están disponibles en: RDA (<http://dss.ucar.edu>) en la base de datos número ds 540.0.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN8
GENERALIDADES	10
SINOPSIS MENSUAL	12
ENERO	13
FEBRERO	18
MARZO	23
ABRIL	28
MAYO	33
JUNIO	38
JULIO	43
AGOSTO.	48
SEPTIEMBRE	53
OCTUBRE	58
NOVIEMBRE	63
DICIEMBRE	68
DATOS POR TEMPORADAS	73
BAJO NUEVO	74
CAYO RONCADOR	77
SAN ANDRÉS	80
BAHÍA HONDA	83
RIOHACHA.	86
SANTA MARTA	89

PUERTO COLOMBIA	92
CARTAGENA	95
URABÁ	98
CONDICIONES EXTREMAS.	101
BAJO NUEVO	102
CAYO RONCADOR	103
SAN ANDRÉS	104
BAHÍA HONDA	105
RIOHACHA.	106
SANTA MARTA	107
PUERTO COLOMBIA	108
CARTAGENA	109
URABÁ	110
ANEXO 1	
LOS DATOS ICOADS	111
ANEXO 2	
LOS DATOS DE ALTIMETRÍA RADAR.	114
ANEXO 3	
LOS DATOS CERSAT	118
ANEXO 4	
DATOS OBSERVADOS, DATOS SIMULADOS, RELACIONES	121
ANEXO 5	
INSTRUCCIONES PARA EL USO DE LA BASE DE DATOS “BDCOL”	128

INTRODUCCIÓN

Los satélites de observación oceánica cambiaron la forma como los científicos ven el océano, ya que pueden abarcar el estudio de las propiedades físicas y biológicas de grandes masas de agua, antes restringidas a observaciones locales desde barcos o aviones; pueden además monitorear la superficie completa del planeta de forma periódica, cubriendo una superficie considerable en cada revolución. Dichos satélites han estado en órbita desde hace por lo menos 40 años, con sensores diseñados para medir la intensidad de las radiaciones electromagnéticas o infrarrojas emitidas por el océano, que dan una idea de la rugosidad superficial del mar, su temperatura superficial, las anomalías del nivel y color del océano. Los algoritmos de tratamiento de los datos se consideran razonablemente buenos para que hoy pueda proponerse el tratamiento de las series de velocidad y dirección del viento

(satélites ERS-1, ERS-2, Adeos y QuikSCAT), de altura de olas (satélites Topex y Jason) o de anomalías del nivel de los mares (satélites Topex y Jason).

A pesar de los progresos de la observación satelital, las observaciones *in situ* efectuadas tanto a bordo de buques, boyas fijas o a la deriva, submarinos o investigadores provistos con una gran variedad de equipos, han registrado datos del océano desde mediados del siglo XVII y siguen haciéndolo, ya que las medidas que toman sirven para calibrar los datos obtenidos por los satélites y son las únicas que permiten disponer al mismo tiempo de los tres parámetros (periodo, altura, dirección) de una ola. El International Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (Icoads) contiene la más completa colección de datos tomados por estos medios en la superficie del



mar y que se distribuyen libremente alrededor del mundo. Es así como provee datos de la presión atmosférica al nivel del mar y su temperatura superficial, y la velocidad del viento y el oleaje, íntimamente relacionado con el viento.

El conocimiento de la distribución espacio-temporal de las olas es de un interés fundamental para el mejoramiento de la previsión meteorológica, la concepción de las estructuras *offshore*, la instalación y la operación de los equipamientos en medio marino, el transporte marítimo y la gestión de las flotas pesqueras, así como del manejo de la zona costera con actividades como la construcción de obras portuarias o protección contra la erosión y el desarrollo de base de datos para estudios medioambientales.

Antaño este conocimiento de las olas estuvo limitado solo a las observaciones visuales efectuadas por los observadores de buques seleccionados; luego fue favorecido por la aparición de medidas instrumentales (boyas ancladas frente a las costas o en altamar), y últimamente es objeto de una verdadera revolución con la llegada de las observaciones satelitales. Satélites como Geosat, Topex - Poseidon, Jason, ERS-1 y ERS-2 permitieron adquirir una cobertura completa y repetitiva de la altura significativa de las olas. Más recientemente Envisat hizo posible ampliar la categoría de información disponible proporcionando el espectro direccional de las olas.

De forma similar, conocer la temperatura de la superficie del mar es vital por la influencia que puede tener un pequeño incremento de la misma en la tasa de evaporación, el desarrollo de ciclones tropicales en los flujos de energía entre océano y atmósfera y en general en los cambios de los patrones climáticos. La presión atmosférica, por su lado, es la que regula las masas de aire frío y cálido y por lo tanto está íntimamente relacionada con las lluvias y sus diferencias son el origen de algunos de los vientos, de allí la importancia del monitoreo permanente de este factor por su influencia directa sobre el clima, en forma particular para predecir el fenómeno de El Niño, los desplazamientos de huracanes, ciclones o tormentas en general.

Los vientos gobiernan las grandes circulaciones oceánicas; son determinantes en la aparición de las corrientes marinas y el oleaje, e influyen en las propiedades del agua marina, de donde a su vez toman gran parte de su energía y de su estructura; son los responsables entre otros de mover las nubes y con ello cambian las condiciones atmosféricas de los diferentes lugares del planeta. El monitoreo de los parámetros del viento es por lo tanto fundamental para la planeación de cualquier actividad o maniobra marina o costera y la predicción de las condiciones meteorológicas.

El objetivo de este atlas, en parte gráfico y en parte numérico, consiste en caracterizar el valor mensual para un conjunto de datos, en un periodo de tiempo determinado, para los parámetros: velocidades y direcciones de los vientos, altura significativa, periodo y dirección de las olas, así como el valor de la presión atmosférica al nivel del mar, la temperatura de la superficie del océano y las tempestades para el mar Caribe colombiano.

Los estudios que respaldan la elaboración del presente atlas fueron desarrollados en conjunto con el Laboratoire de Géographie Physique del Centre national de la recherche scientifique - CNRS, en cabeza del doctor Yves- François Thomas y el candidato a doctor Alexandre Nicolae - Lerma, quien puso a disposición parte de sus datos de tesis. Las bases de datos a las cuales se permitió el acceso son de la NOAA, NDBC, NCEP, PO.DAAC, CERSAT, AVISO, CNES, CISL, NSF y por parte de Colombia la DIMAR. Los datos analizados abarcan periodos comprendidos desde el lanzamiento de los satélites hasta su expiración o hasta mediados de 2011 para los que aún están operando. Los datos de observación visual se consideraron desde 1963, mientras que los de boyas abarcan desde 1999 aproximadamente. Para todos los que aportaron información el Invemar expresa su profundo reconocimiento.

Para una mejor comprensión del alcance de esta investigación y publicación, se presenta en primer lugar una sinopsis mensual de los parámetros presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, altura, dirección y periodo de las olas y temperatura superficial del mar. En forma más detallada, para nueve sitios distribuidos en el mar territorial Caribe colombiano, se especifican parámetros como: altura significativa, periodo y dirección de las olas, altura de las olas en función de la dirección, dirección de las olas en función del periodo y altura de las olas en función del periodo. Parámetros excepcionales como tempestades con altura ola significativa >2m y altura de ola significativa para periodo de retorno de 10, 50, 100 y 500 años complementan este documento.

En los anexos 1 al 4 se presentan las metodologías detalladas que se utilizaron, los archivos a los cuales se tuvo acceso, especificando el número de datos y la confiabilidad de los mismos, las correcciones a las cuales fueron sometidos. Se explican los algoritmos utilizados con sus respectivas referencias y se advierte de la programación que se desarrolló para responder a algunas precisiones que se consideraron relevantes hacer para obtener mejores resultados para las costas colombianas.

GENERALIDADES

El área de estudio corresponde a la zona geográfica del mar Caribe bajo jurisdicción colombiana, enmarcado dentro de las coordenadas geográficas 8°N-19°N y 69°W-84°W. Sin embargo, para parámetros como dirección y velocidad del viento y altura de la ola significativa, la zona analizada desborda el espacio del Caribe colombiano y cubre un cuadrilátero delimitado por los paralelos 8°N-25°N y los meridianos 60°W-90°W (Figura 1).

La presión atmosférica para el Caribe colombiano, obtenida a partir de los datos de Icoads, está caracterizada por los menores valores en abril, octubre y noviembre frente a las costas colombianas, excepto las de La Guajira y el archipiélago de San Andrés y Providencia, en las que disminuye en octubre y noviembre. Los mayores valores se presentan entre enero y abril en el archipiélago de San Andrés y Providencia.

También de acuerdo con los datos Icoads, en los meses de enero a agosto la dirección de los vientos es relativamente estable, su circulación adopta una distribución en abanico entre la península de La Guajira y las costas de Centroamérica, con una rotación E-W – NE-SW; entre septiembre y noviembre hay un mayor predominio de la dirección E-W. La velocidad del viento es siempre inferior a 12 m.s⁻¹ y muestra un máximo de diciembre a marzo, un máximo relativo en julio y agosto y un mínimo entre septiembre y noviembre; siempre es mayor por encima de los 12°N y se hace más débil en la costa sur colombiana entre los meses de mayo y noviembre.

El análisis de los datos del satélite Quikscat para el Caribe muestra que predomina durante todo el año la dirección del viento E-W, con rotación al SW a partir del meridiano 80° aproximadamente, entre los meses de noviembre y febrero. La velocidad es mucho más baja durante todo el año a mayor latitud (25°) y aumenta hacia el sur; los meses con mayores velocidades son junio, julio y diciembre. Para Colombia predominan las direcciones NE-SW, con excepción entre

septiembre y noviembre cuando también las velocidades son las más bajas.

A partir de los datos de Icoads, para el Caribe colombiano las mayores alturas de ola se identifican en los meses de diciembre, enero, junio y julio, con valores por encima de 2 m, excepto para el golfo de Urabá y San Andrés y Providencia en donde las alturas están alrededor de 1,5 a 2 m en el mes de diciembre. Los mínimos se registran en septiembre-octubre cuando la altura significativa no supera los 1,8 m. La dirección del oleaje está íntimamente relacionada con la del viento y por lo tanto se registran con dirección predominante NE-SW entre diciembre y abril, con tendencia ENE-WSW el resto del año.

El análisis de los datos de Aviso para el Caribe presenta la altura de ola significativa con valores por encima de 2 m al NE de las islas y en el Caribe sur de jurisdicción colombiana en los meses de diciembre a marzo, mientras que en el Caribe central el valor promedio está alrededor de 1,5 m e inclusive menor que 1 m muy cerca de las islas. A partir de abril y hasta noviembre hay una disminución significativa de la altura de ola, siendo los menores valores los de septiembre y octubre. Para el Caribe colombiano, los mayores valores de altura de ola significativa, por encima de 2 m, se presentan en los meses de diciembre a marzo y junio-julio, con el máximo en enero y hacia la parte central de la costa Caribe. Los valores mínimos se registran en septiembre y octubre con valores mínimos hacia el W-SW. Los menores valores de altura significativa de las olas durante todo el año se localizan en el golfo de Urabá y el archipiélago de San Andrés y Providencia.

En cuanto al periodo corregido de las olas, la base de datos de Icoads muestra valores mayores en los meses de noviembre a abril con valores alrededor de 8,5 s; el mes con los valores más bajos es mayo. San Andrés y Providencia tienen los periodos más bajos del promedio del Caribe colombiano en mayo y octubre, y el golfo de Urabá en junio, alrededor de 7 s.

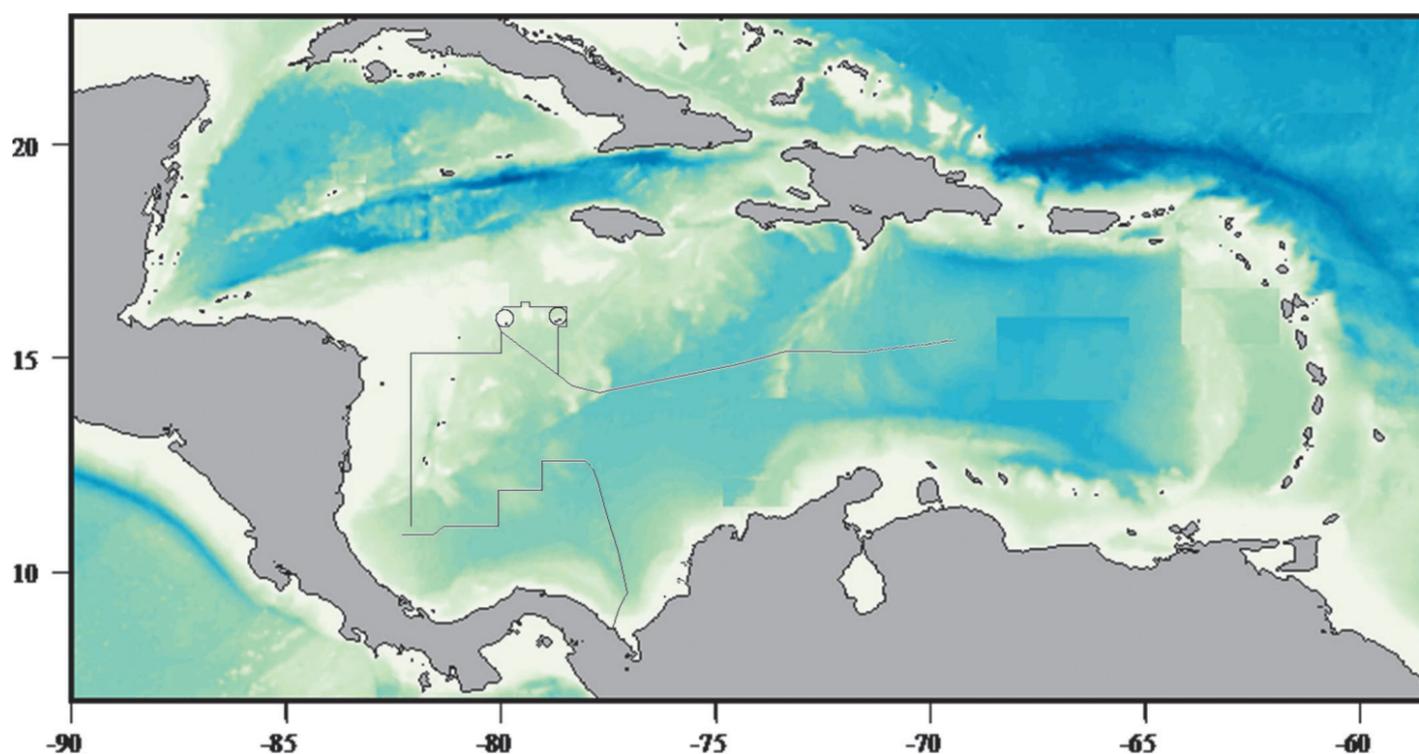


Figura 1
Localización del área de estudio. El polígono muestra el área bajo jurisdicción colombiana.

También con base en los datos de Icoads se pudo establecer el valor promedio de la temperatura superficial del mar; es mínima en los meses de enero a marzo con valores alrededor de 27,2°C en el golfo de Urabá, y cercanos a 25,4°C al N de la península de La Guajira. A partir de abril la temperatura comienza a aumentar, llegando a su máximo en los meses de septiembre y octubre con alrededor de 30°C en la parte central de la costa colombiana, mientras que en el golfo de Urabá tiene valores de 25°C en octubre, debido a que predomina el agua que proviene de los ríos por el periodo de lluvias en el continente. En el archipiélago de San Andrés y Providencia los valores mínimos se registran en febrero con alrededor de 25,8°C y los máximos en septiembre, con 30°C, aproximadamente.

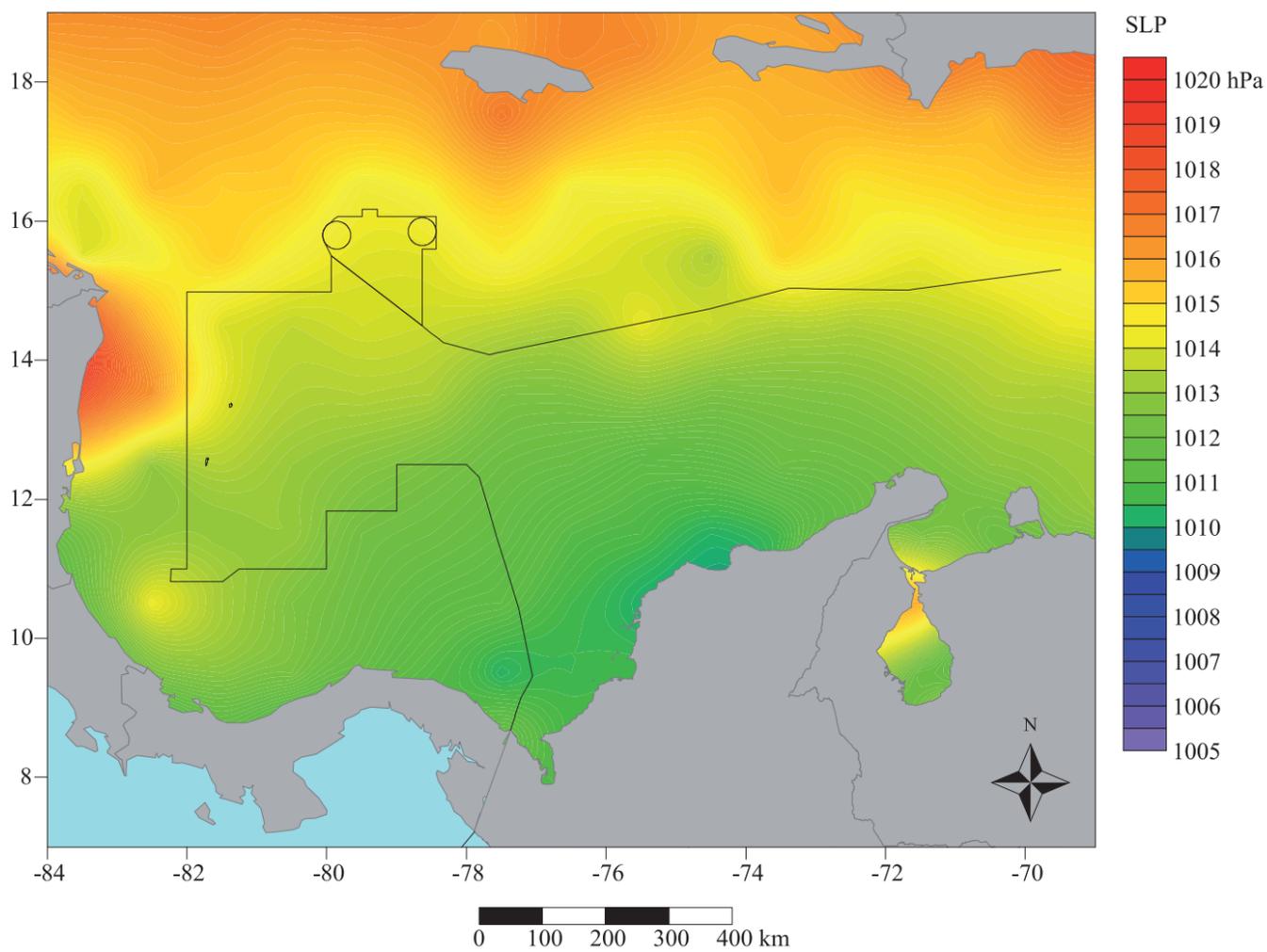
Noaa Pathfinder mostró para la temperatura de la superficie del océano una tendencia similar, donde el valor promedio de la temperatura del océano muestra diferencias notables entre la península de La Guajira y el S y W de Caribe colombiano, con temperaturas entre diciembre y marzo alrededor de 24°C y 27,5°C, respectivamente, y valores intermedios en la zona central. Esta misma zonificación permanece a lo largo del año, pero se registran aumentos en la temperatura llegando hasta 27°C en la costa del norte de la Guajira y en Urabá, y alrededor de 28-29°C en el resto del área de estudio.

SINOPSIS MENSUAL



Se presentan a continuación, mes a mes, las gráficas marcadas con los números 1 al 8 de los parámetros presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, altura, dirección y periodo de las olas y temperatura superficial del mar, luego del análisis de las bases de datos respectivas, en los periodos reseñados para cada una de ellas. Las bases de datos y los métodos empleados para estos análisis se encuentran en los anexos 1 al 4.

ENERO

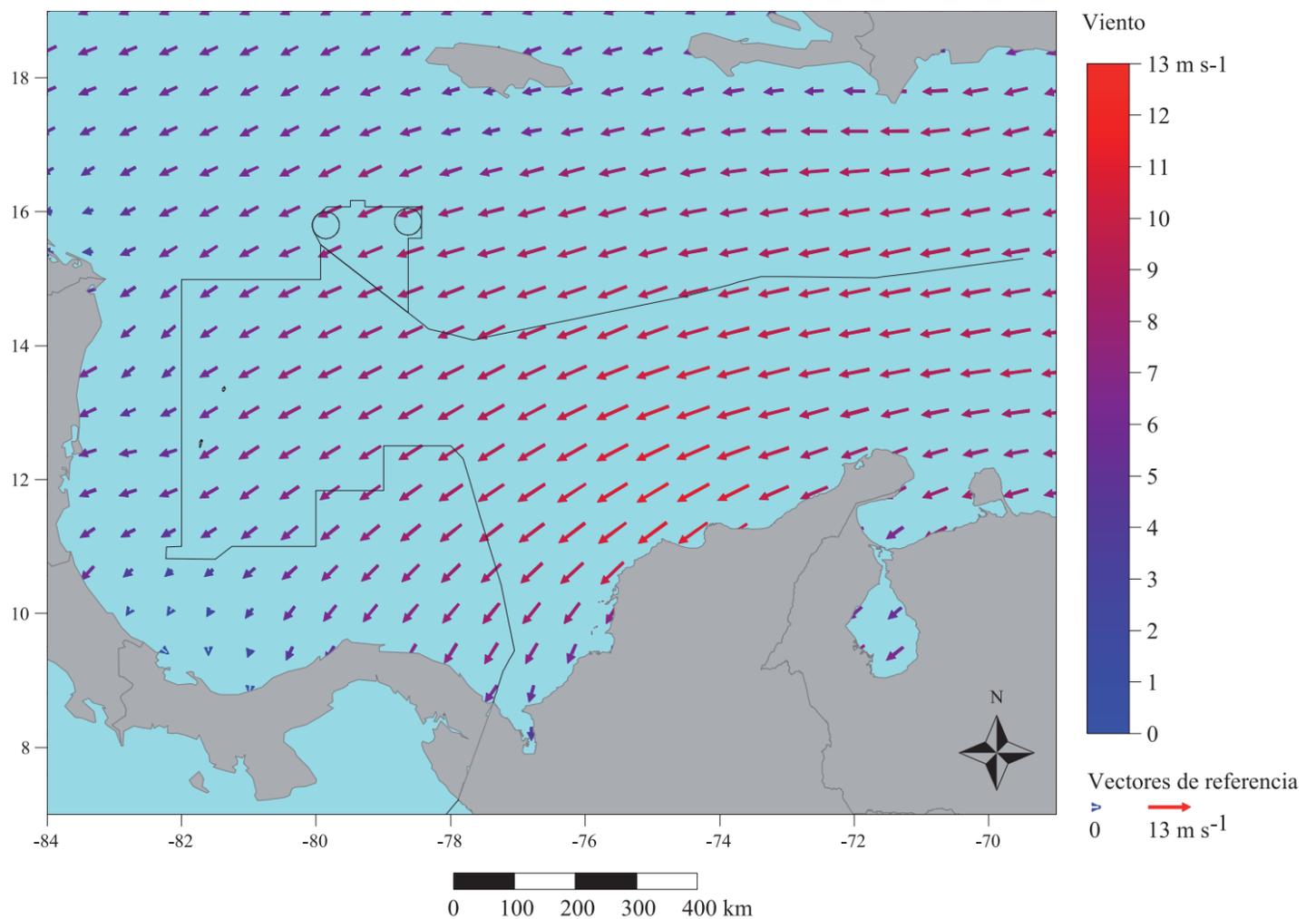


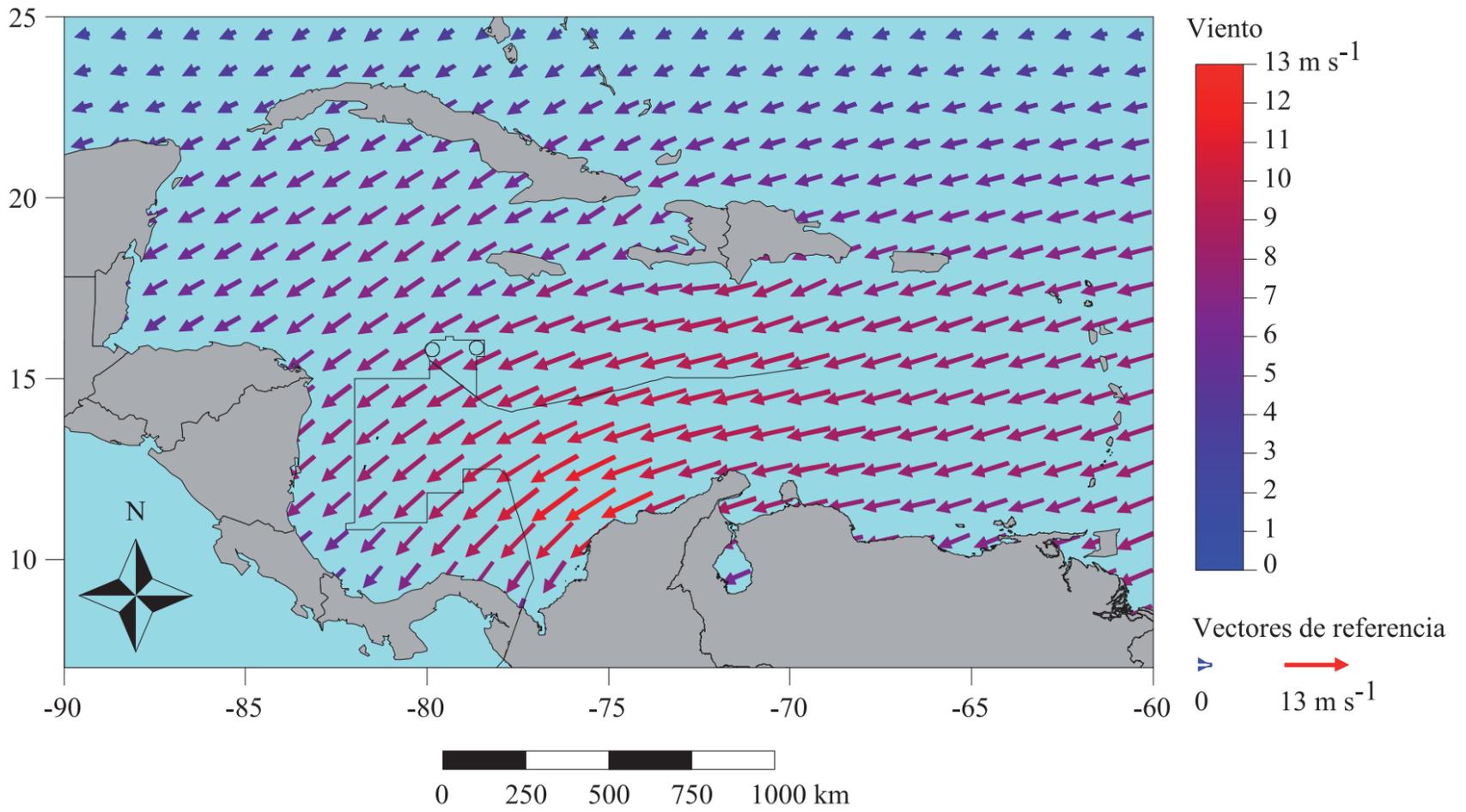
➤ **Figura 2**

Valor promedio de la presión atmosférica reducida al nivel del mar para el mes de enero, escala en hPa; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 3**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el mes de enero, escala en $m\ s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.



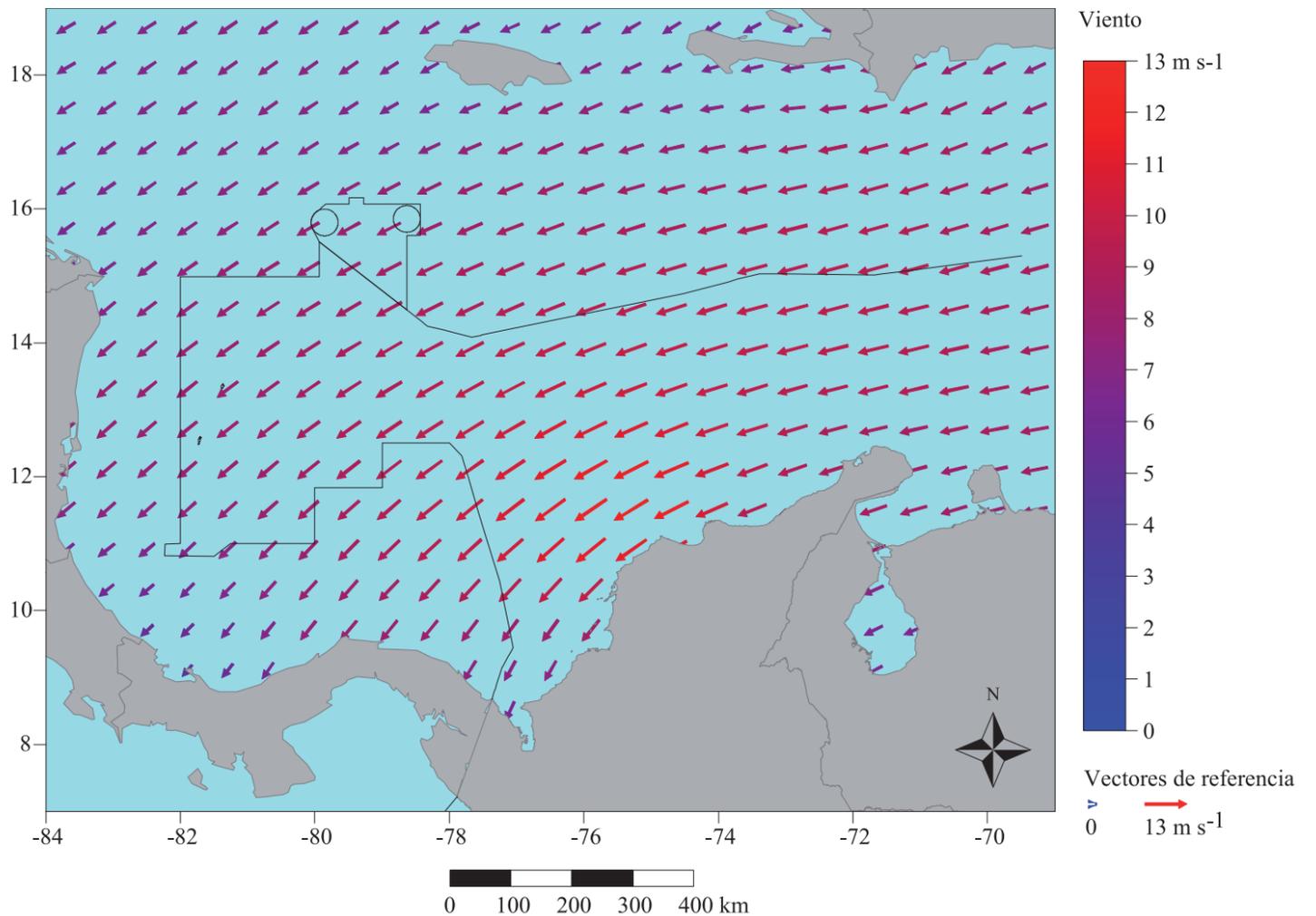


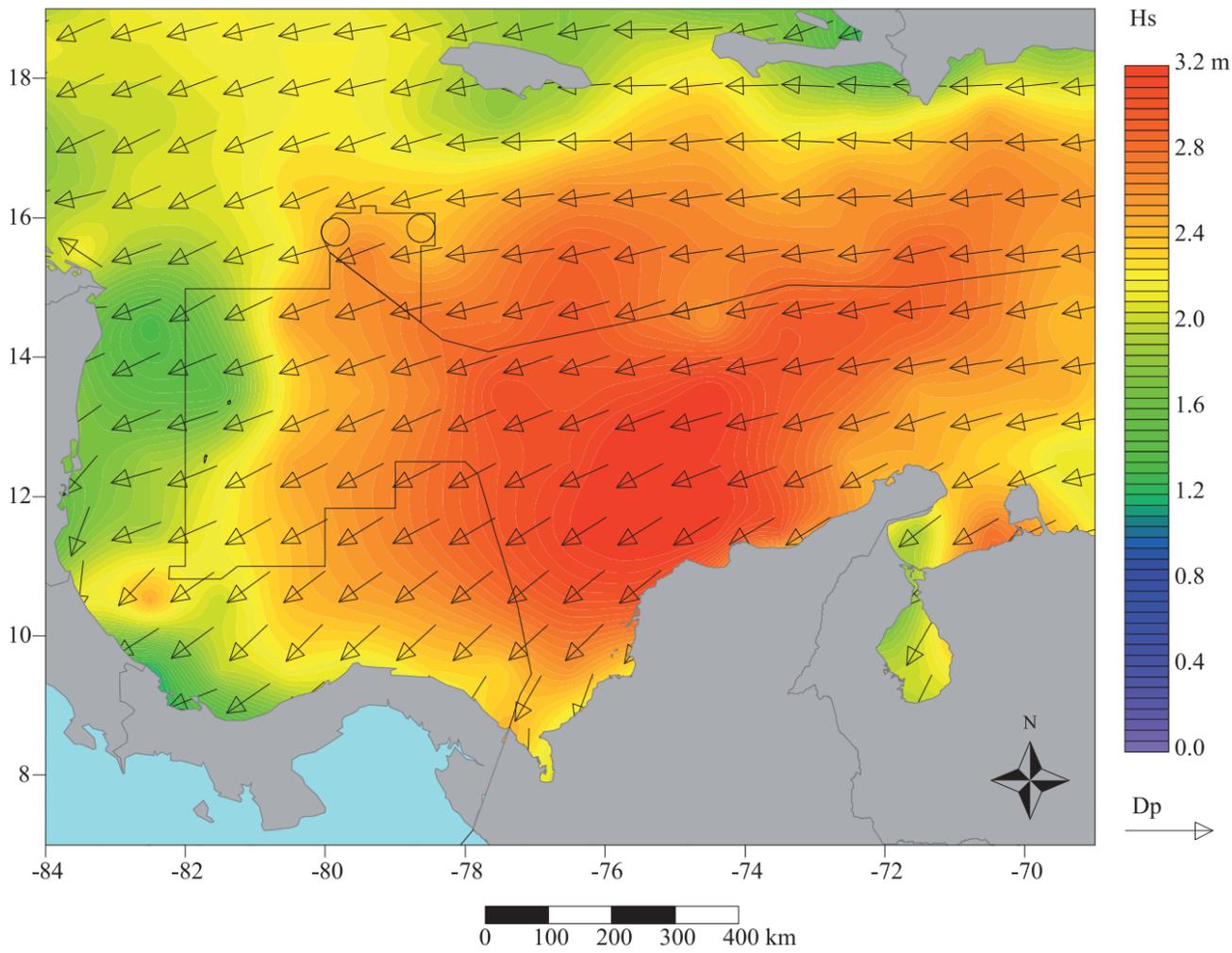
➤ **Figura 4a**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe en el mes de enero, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT SeaWinds”.

➤ **Figura 4b**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe colombiano en el mes de enero, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT SeaWinds”.



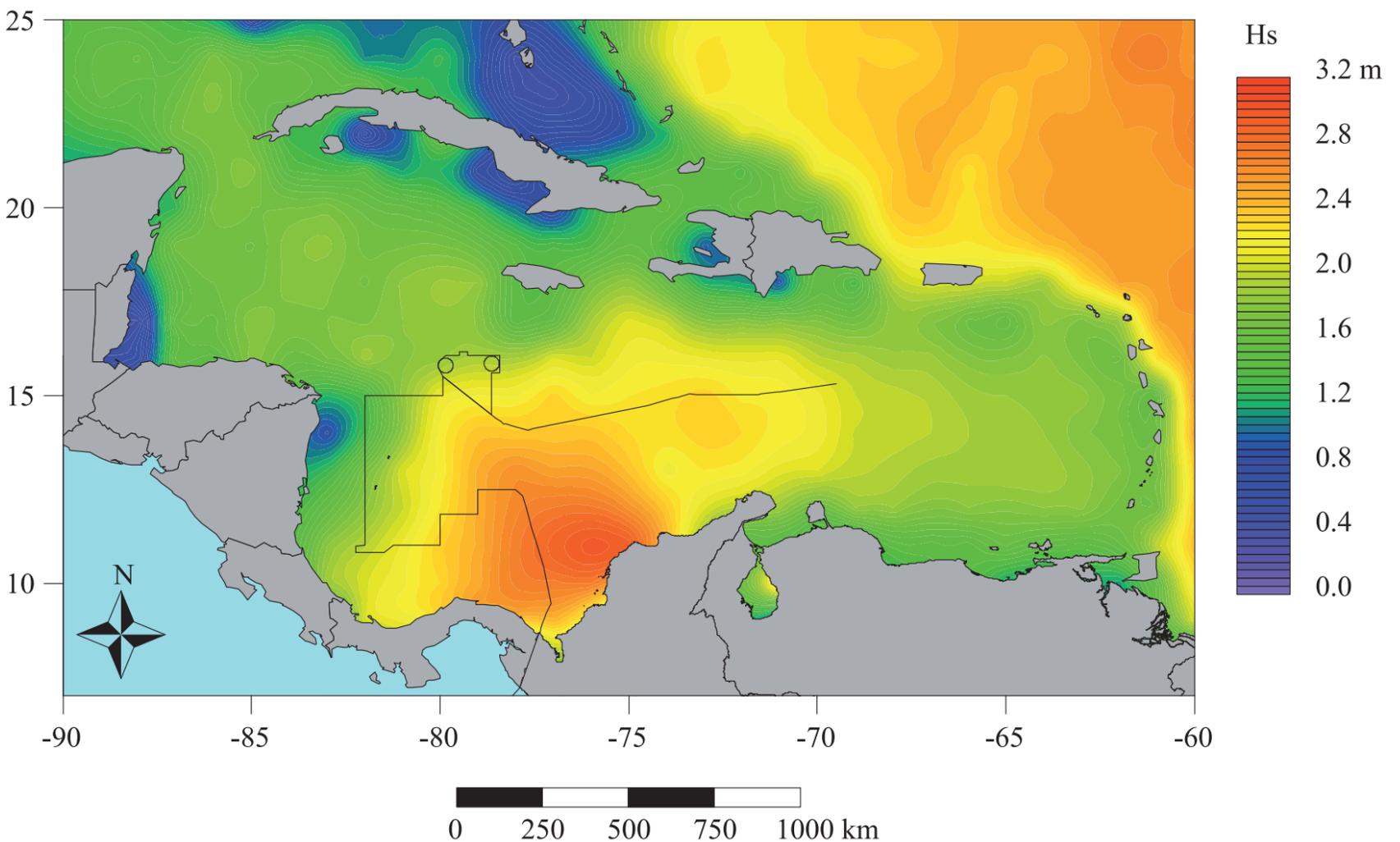


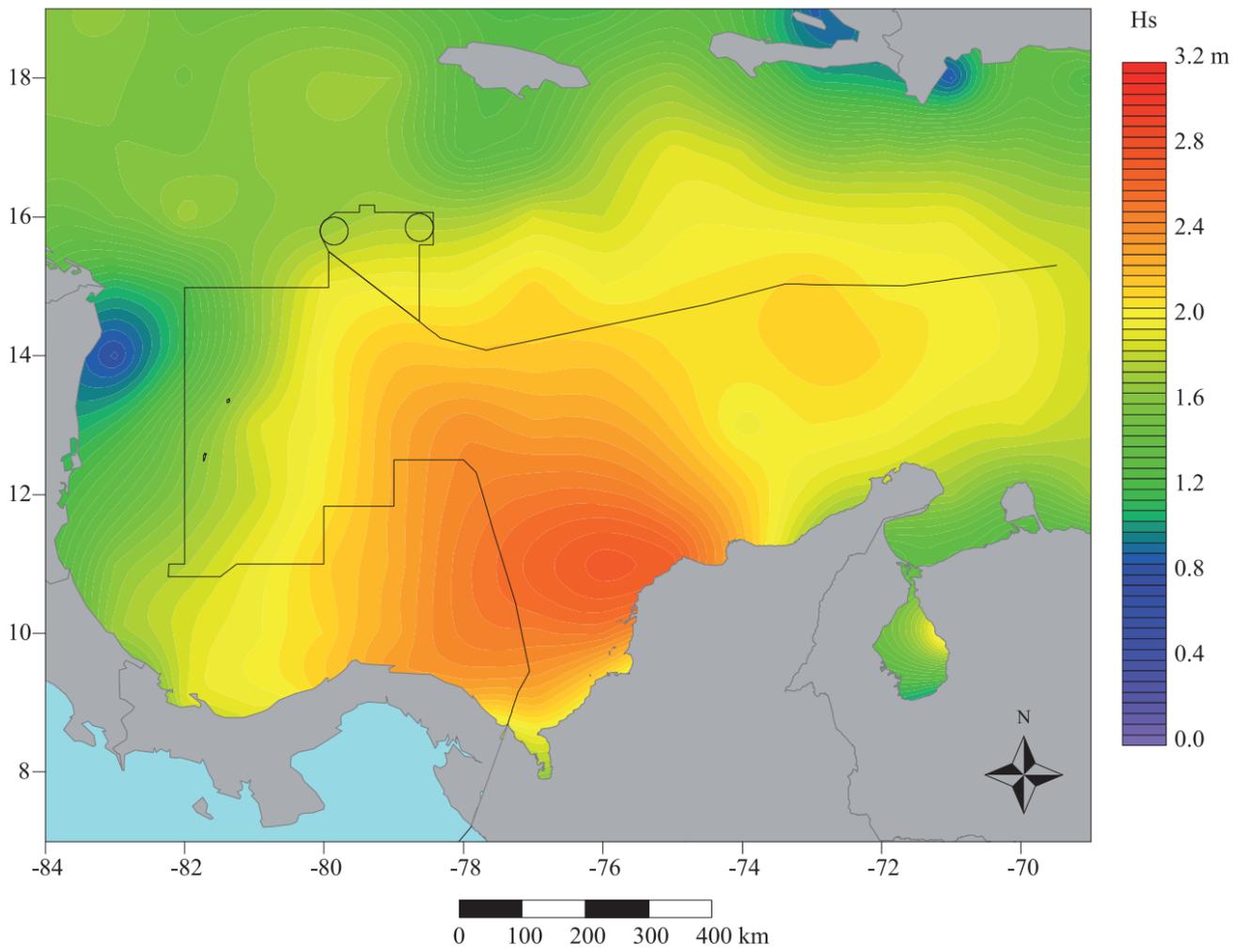
➤ **Figura 5**

Valor promedio de la altura significativa (Hs) de las olas, escala en m, y del valor promedio de la dirección de las olas para el mes de enero; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008. Base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 6a**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe en el mes de enero, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.



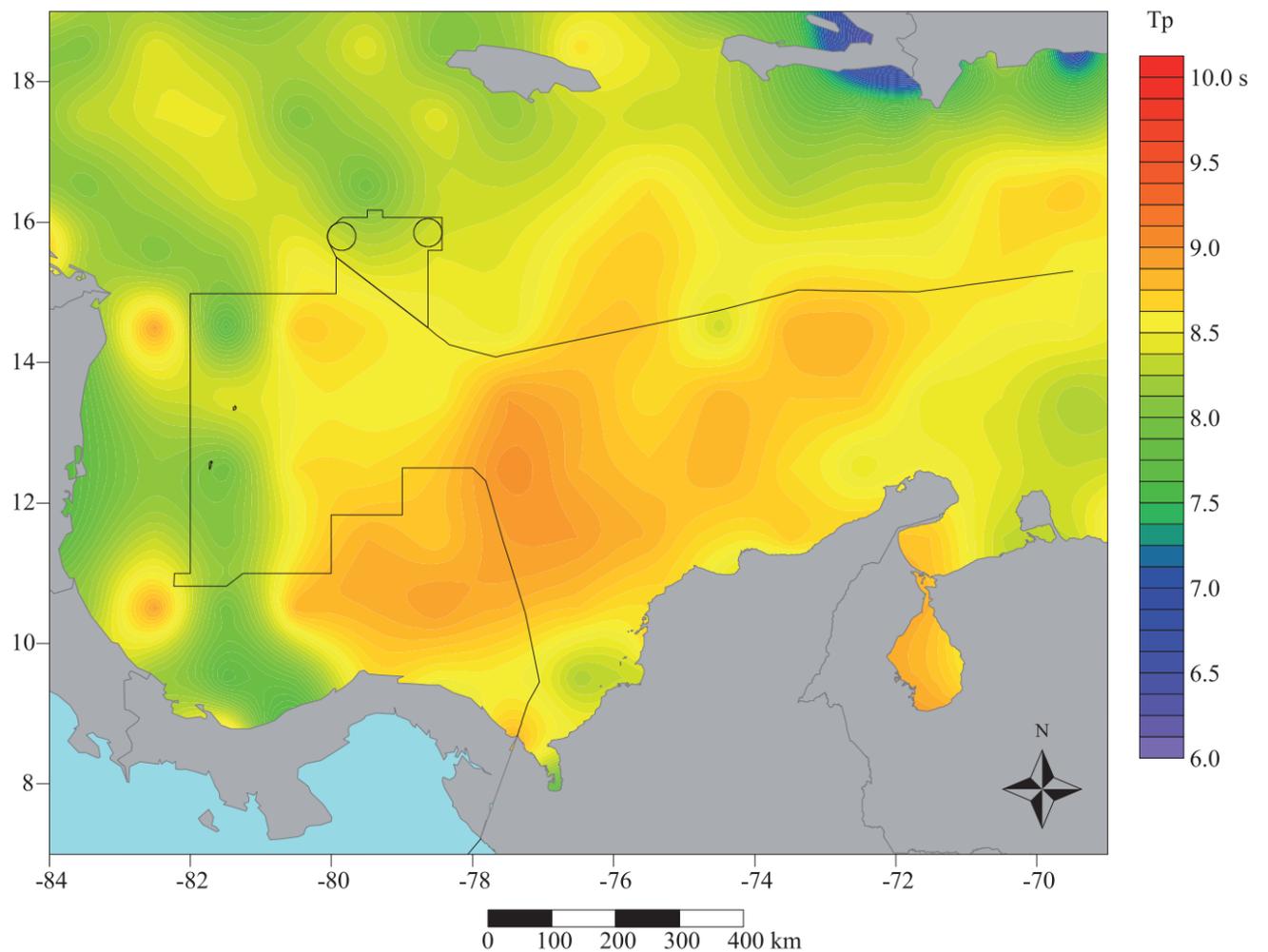


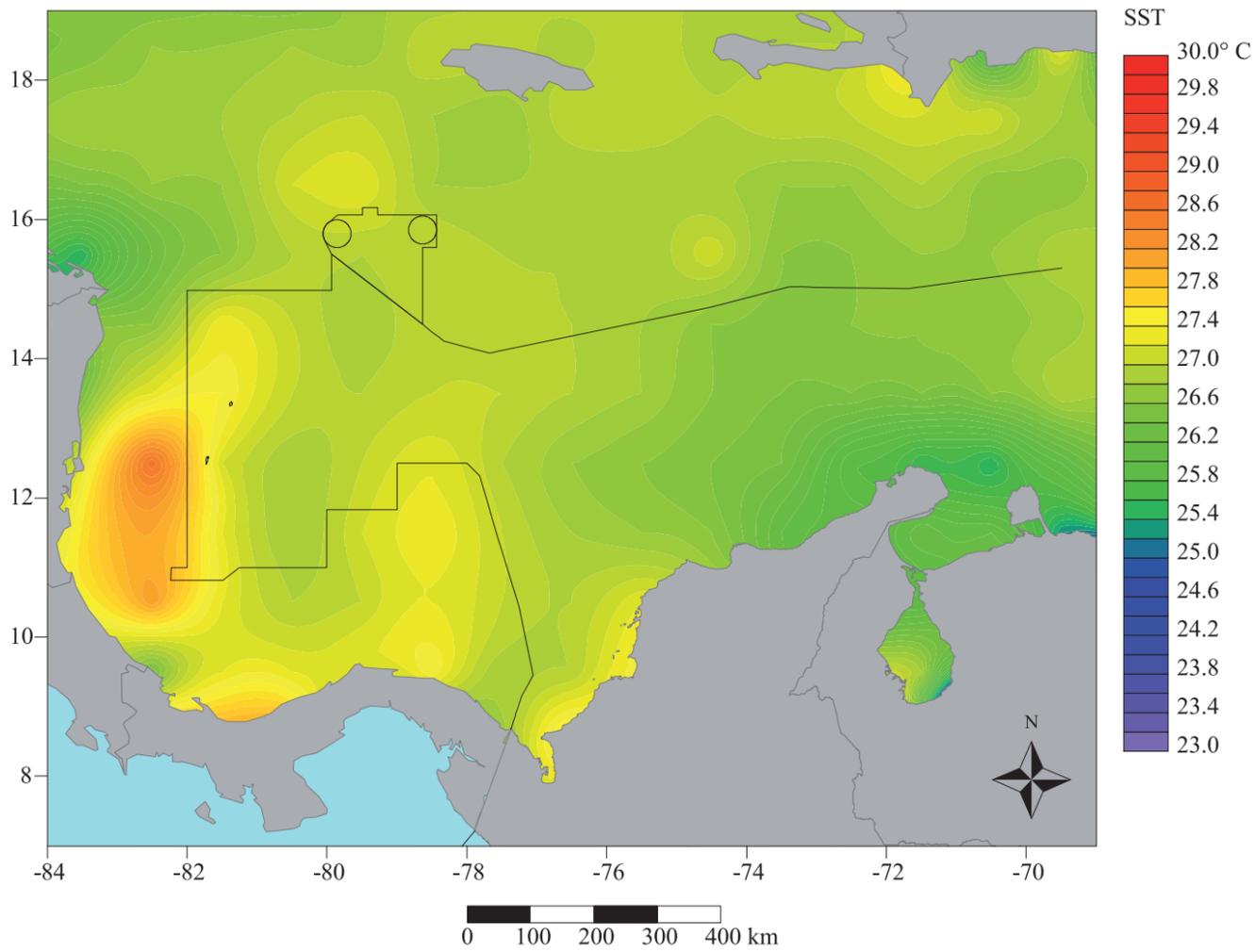
➤ **Figura 6b**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe colombiano en el mes de enero, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.

➤ **Figura 7**

Valor promedio del periodo corregido de las olas para el mes de enero, escala en s; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.



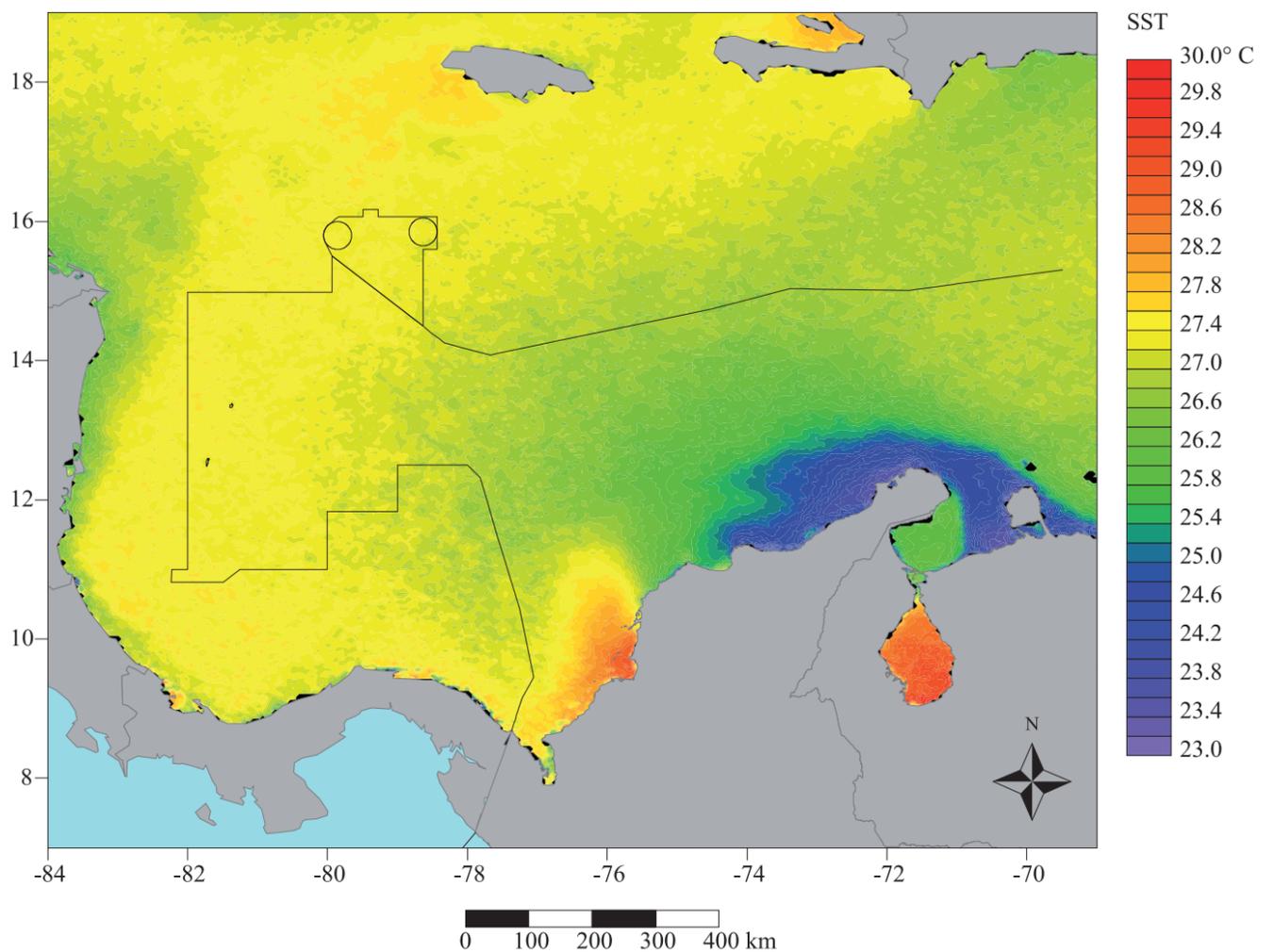


➤ **Figura 8**

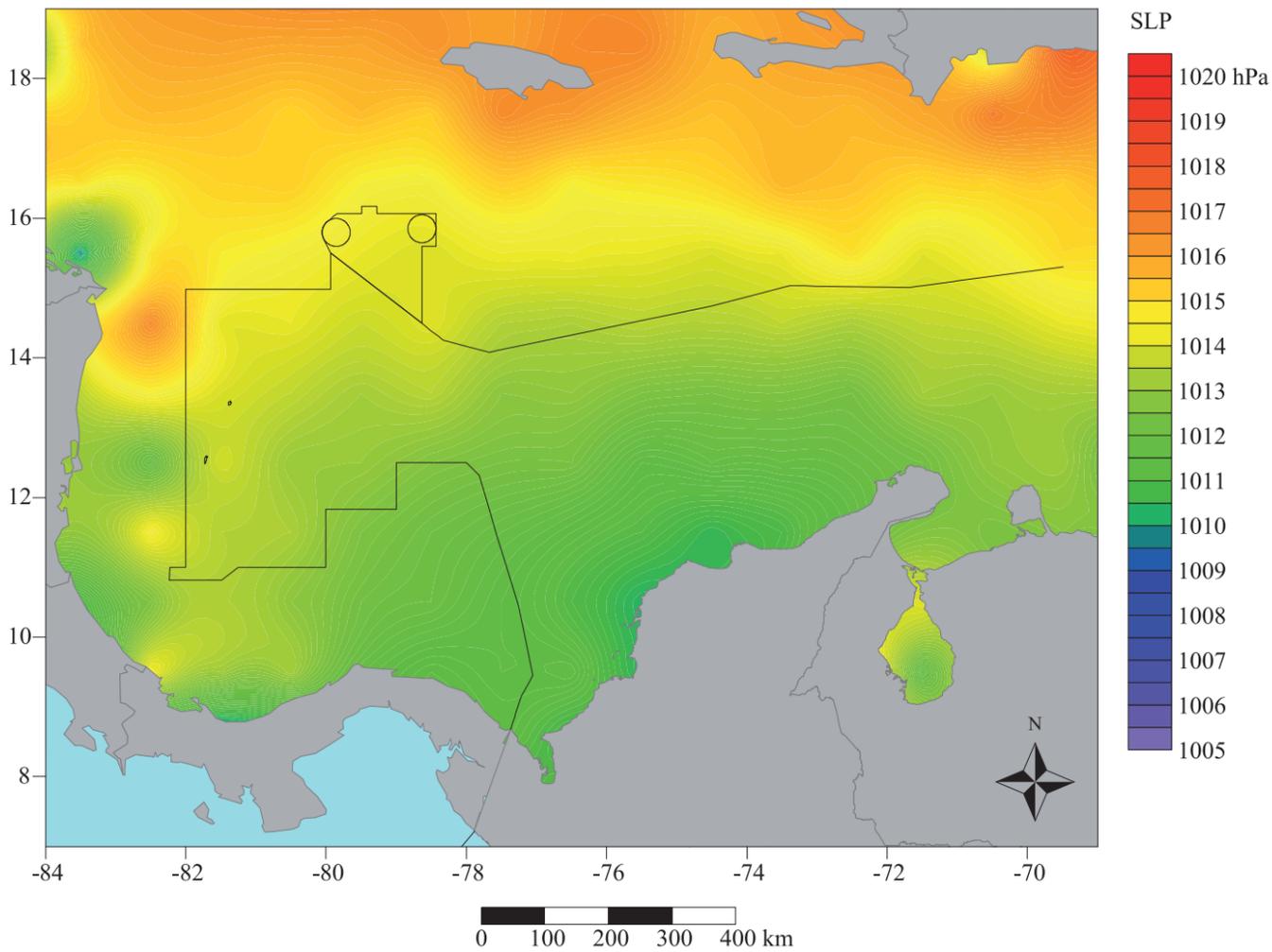
Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de enero, escala en °C; resolución de la malla de cálculo 1° × 1°. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 9**

Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de enero, escala en °C, resolución 4 km × 4 km. Observaciones por satélite para el periodo incluido entre 1 de septiembre de 1981 y el 31 de diciembre de 2007; base de datos “Noaa Pathfinder version 5”.



FEBRERO

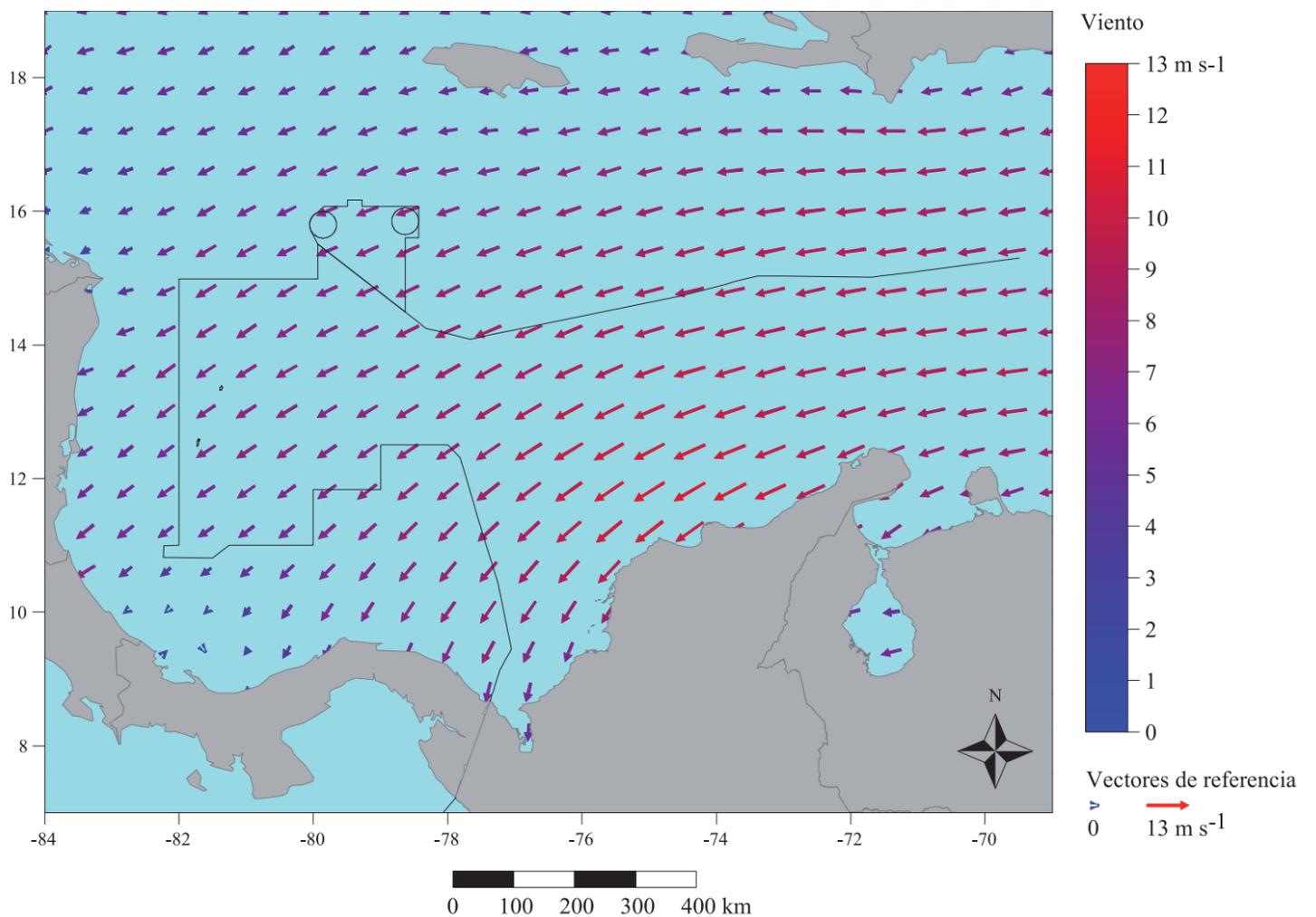


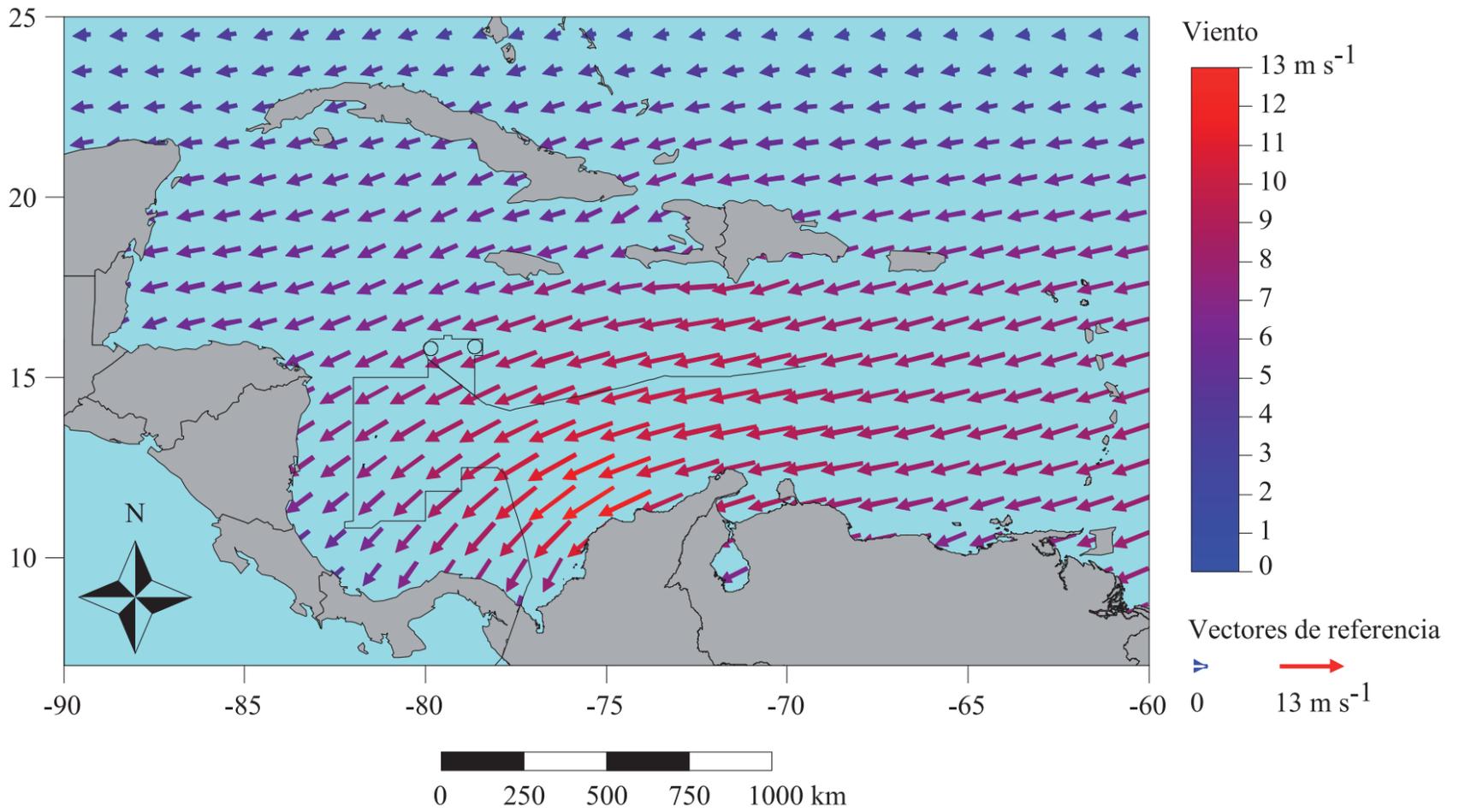
➤ **Figura 10**

Valor promedio de la presión atmosférica reducida al nivel del mar para el mes de febrero, escala en hPa; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".

➤ **Figura 11**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el mes de febrero, escala en $m\ s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".



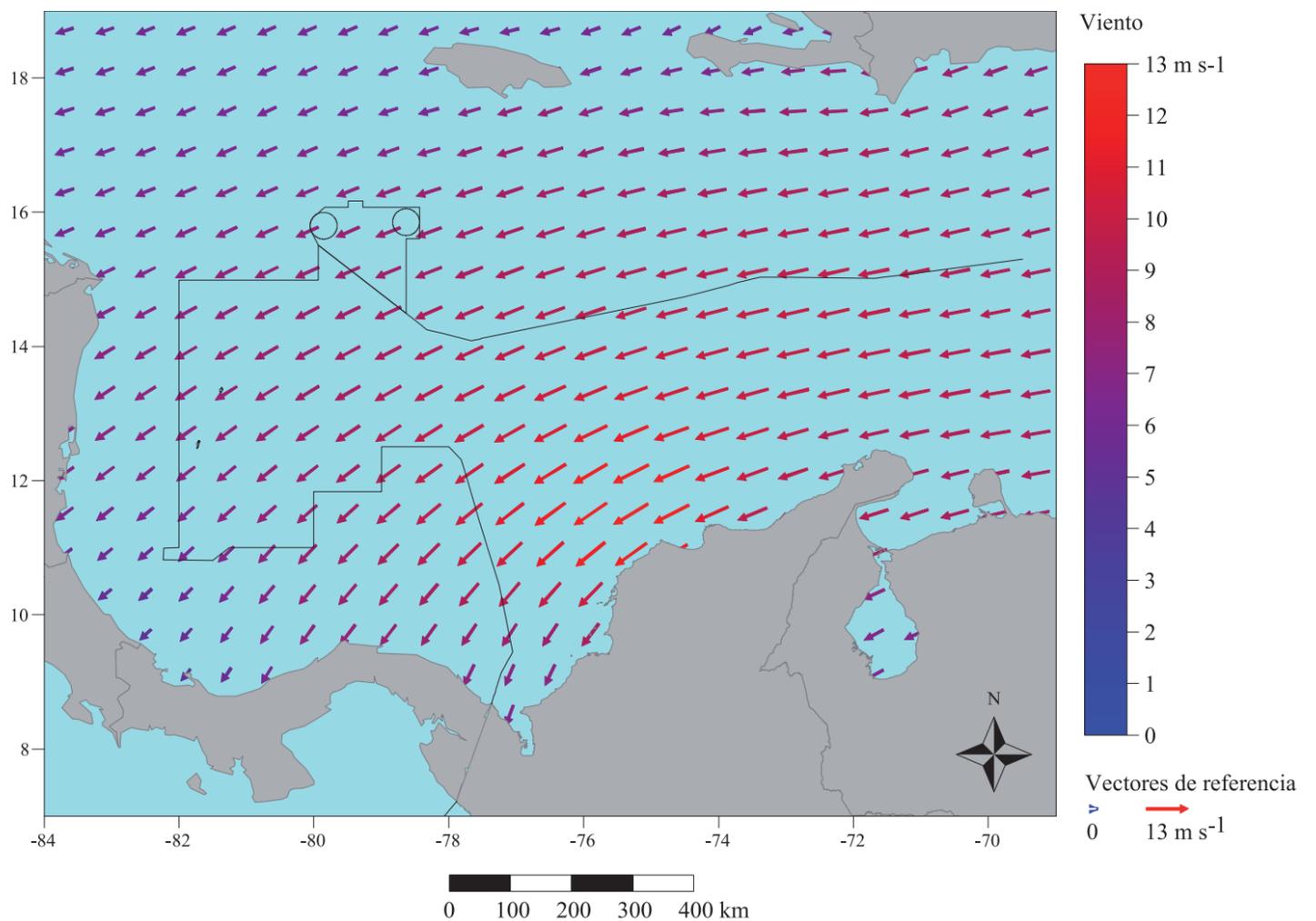


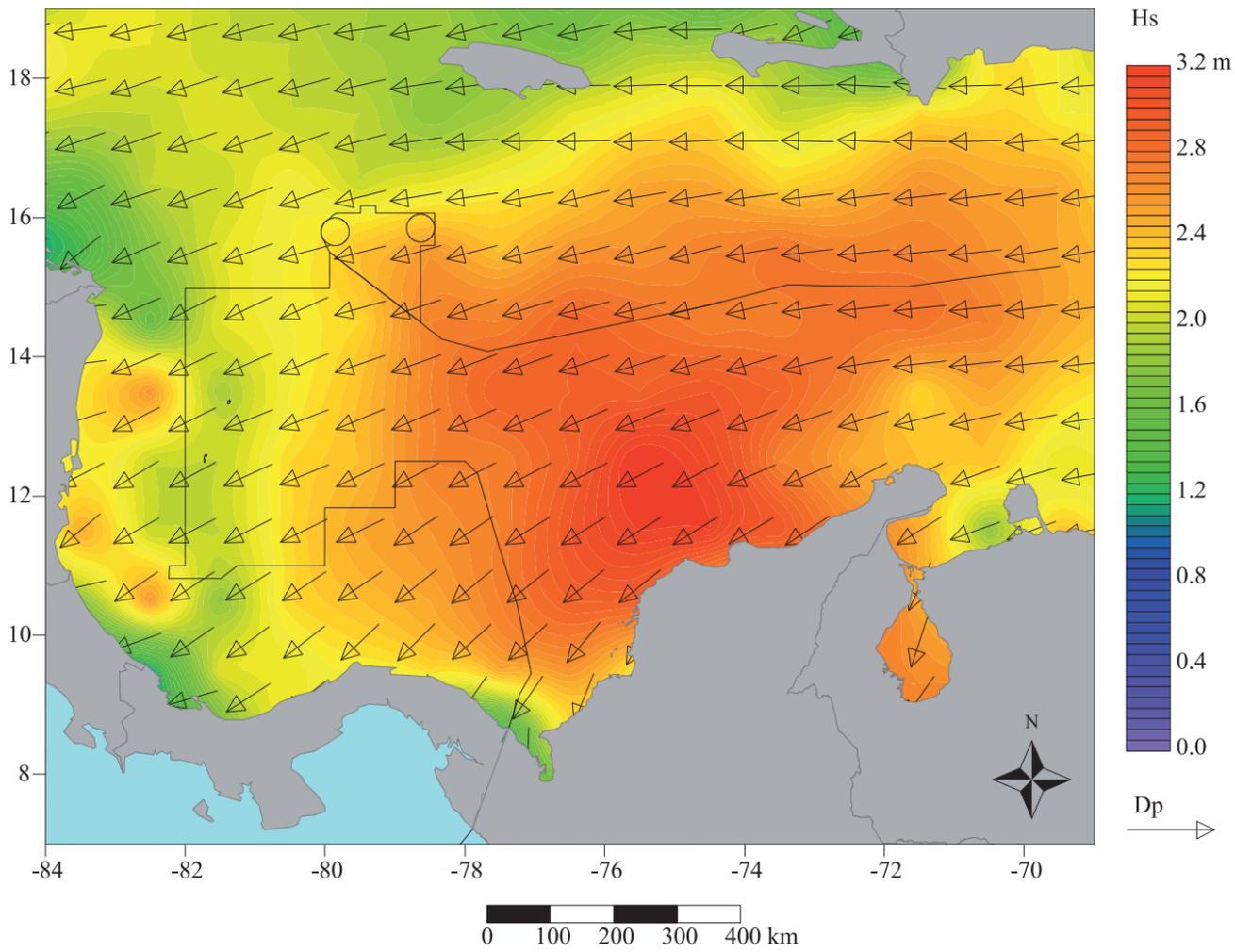
➤ **Figura 12a**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe en el mes de febrero, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT SeaWinds”.

➤ **Figura 12b**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe colombiano en el mes de febrero, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT SeaWinds”.



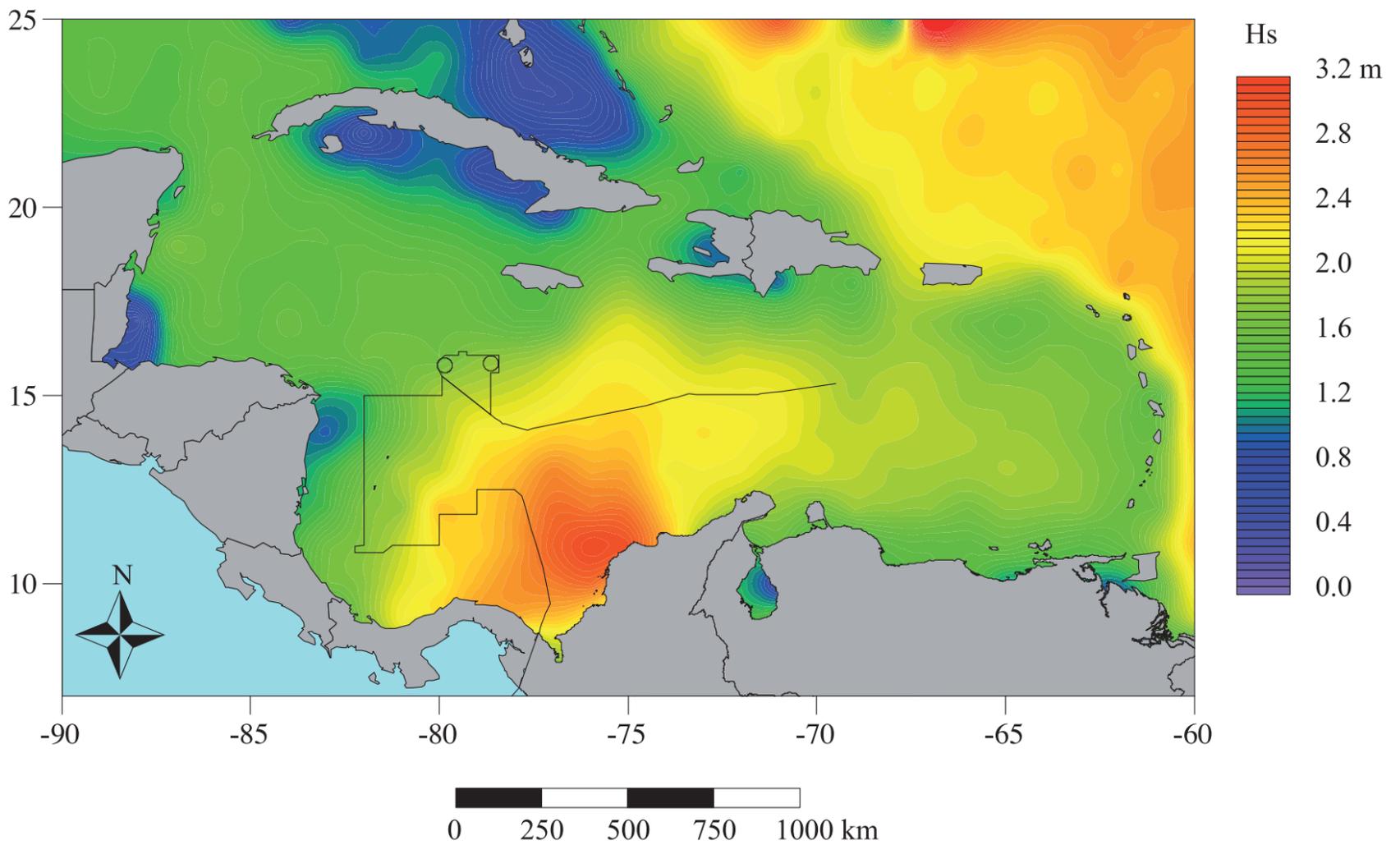


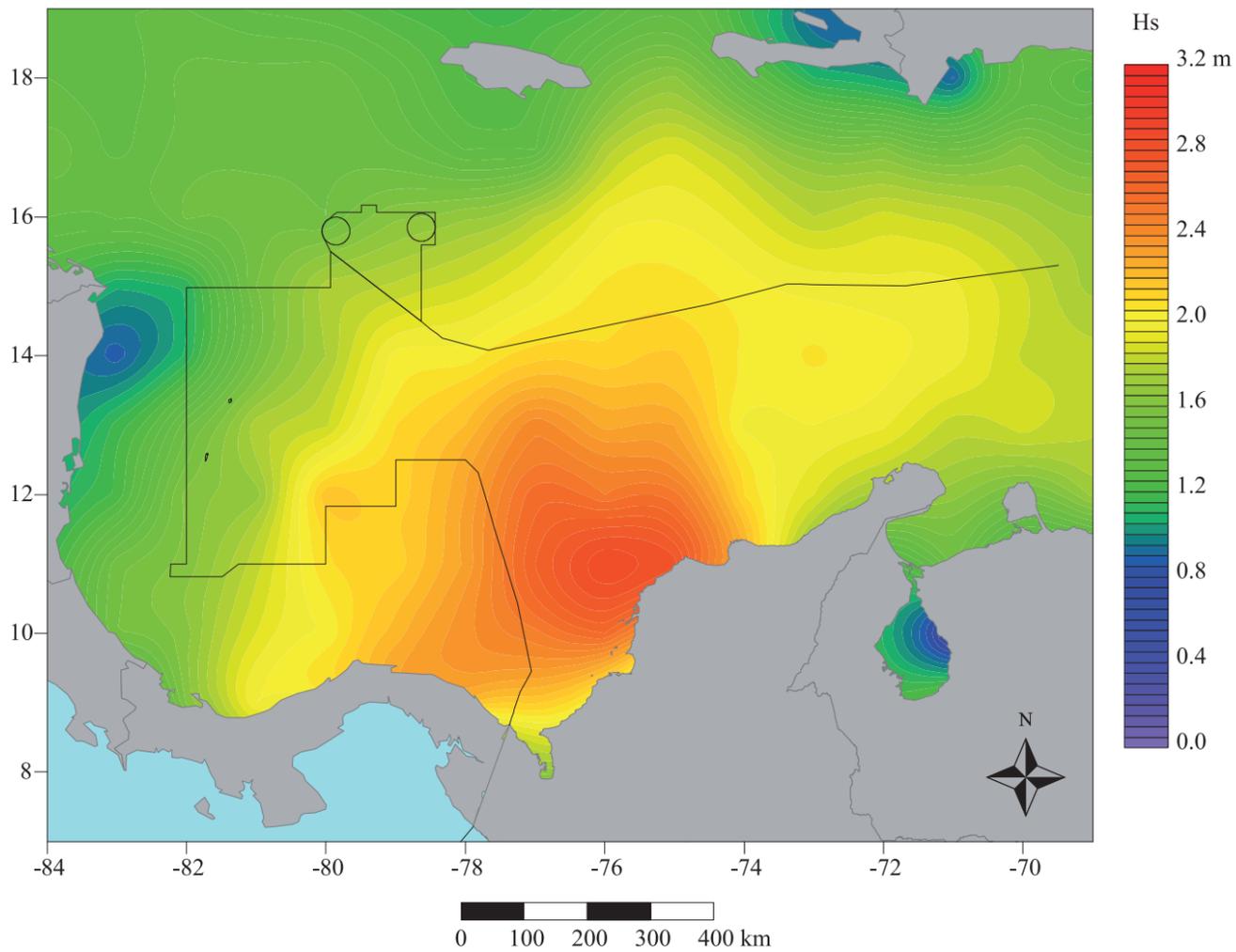
➤ **Figura 13**

Valor promedio de la altura significativa (Hs) de las olas, escala en m, y del valor promedio de la dirección de las olas para el mes de febrero; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008. Base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 14a**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe en el mes de febrero, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.



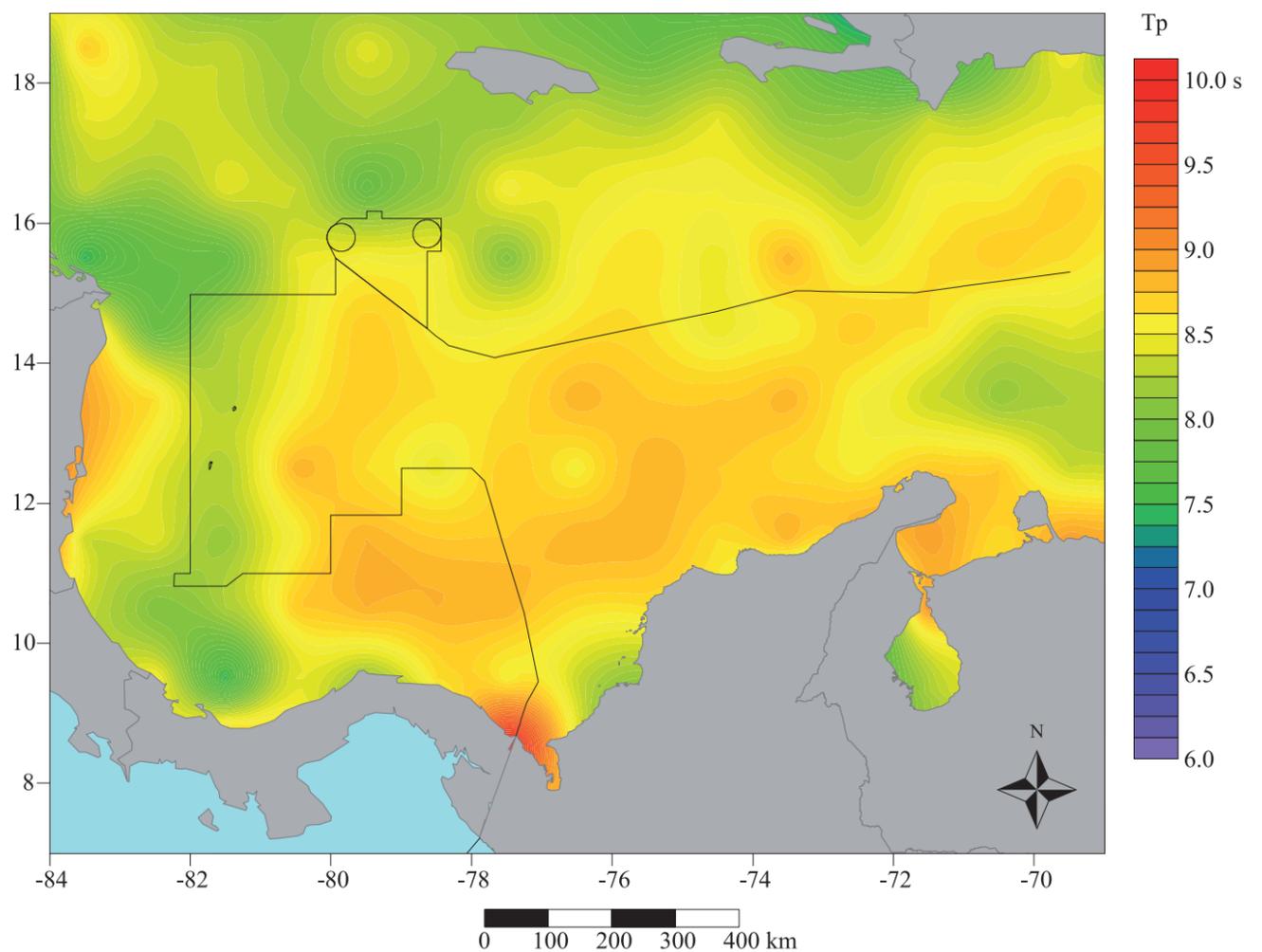


➤ **Figura 14b**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe colombiano en el mes de febrero, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.

➤ **Figura 15**

Valor promedio del periodo corregido de las olas para el mes de febrero, escala en s; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.



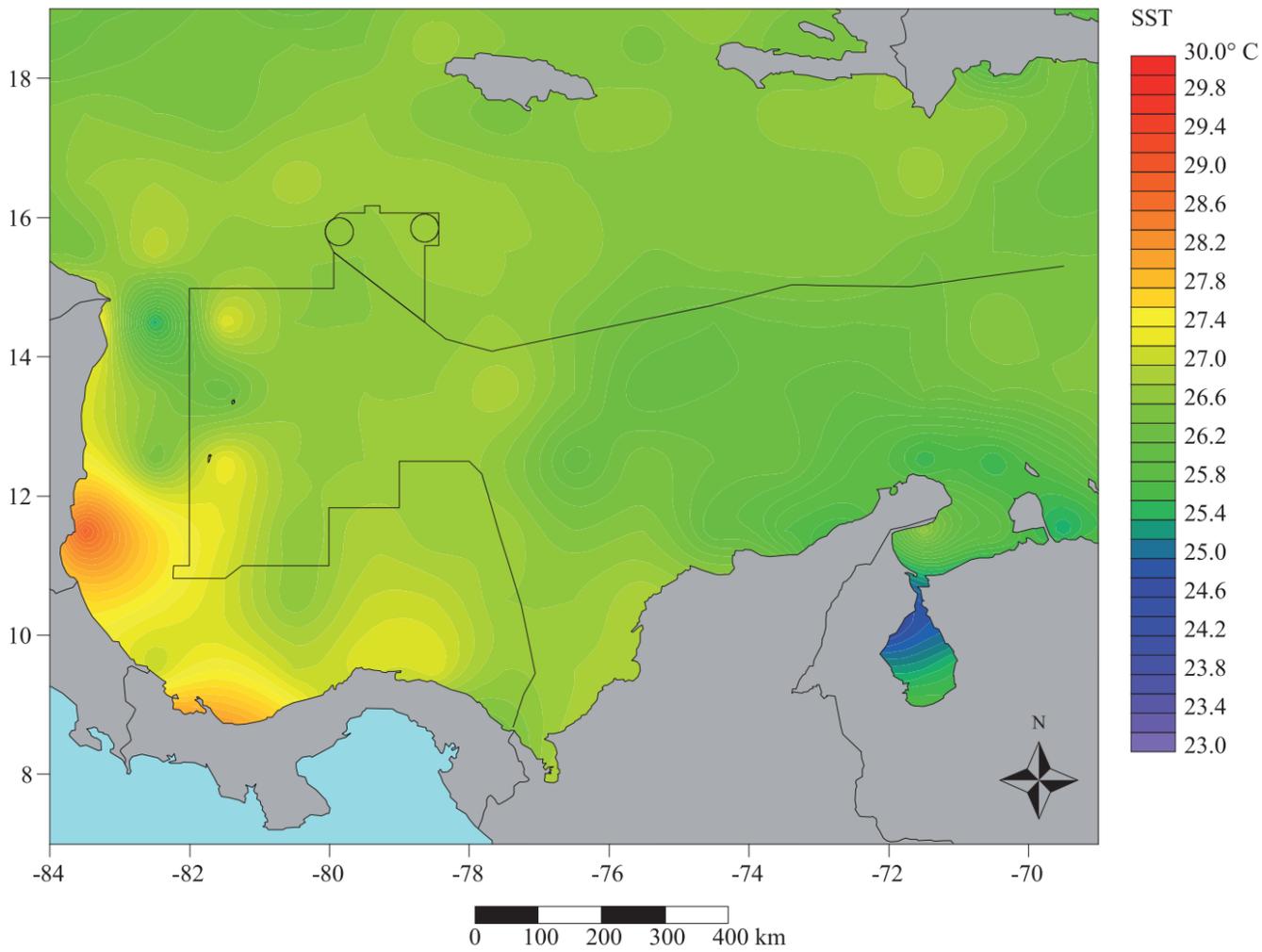
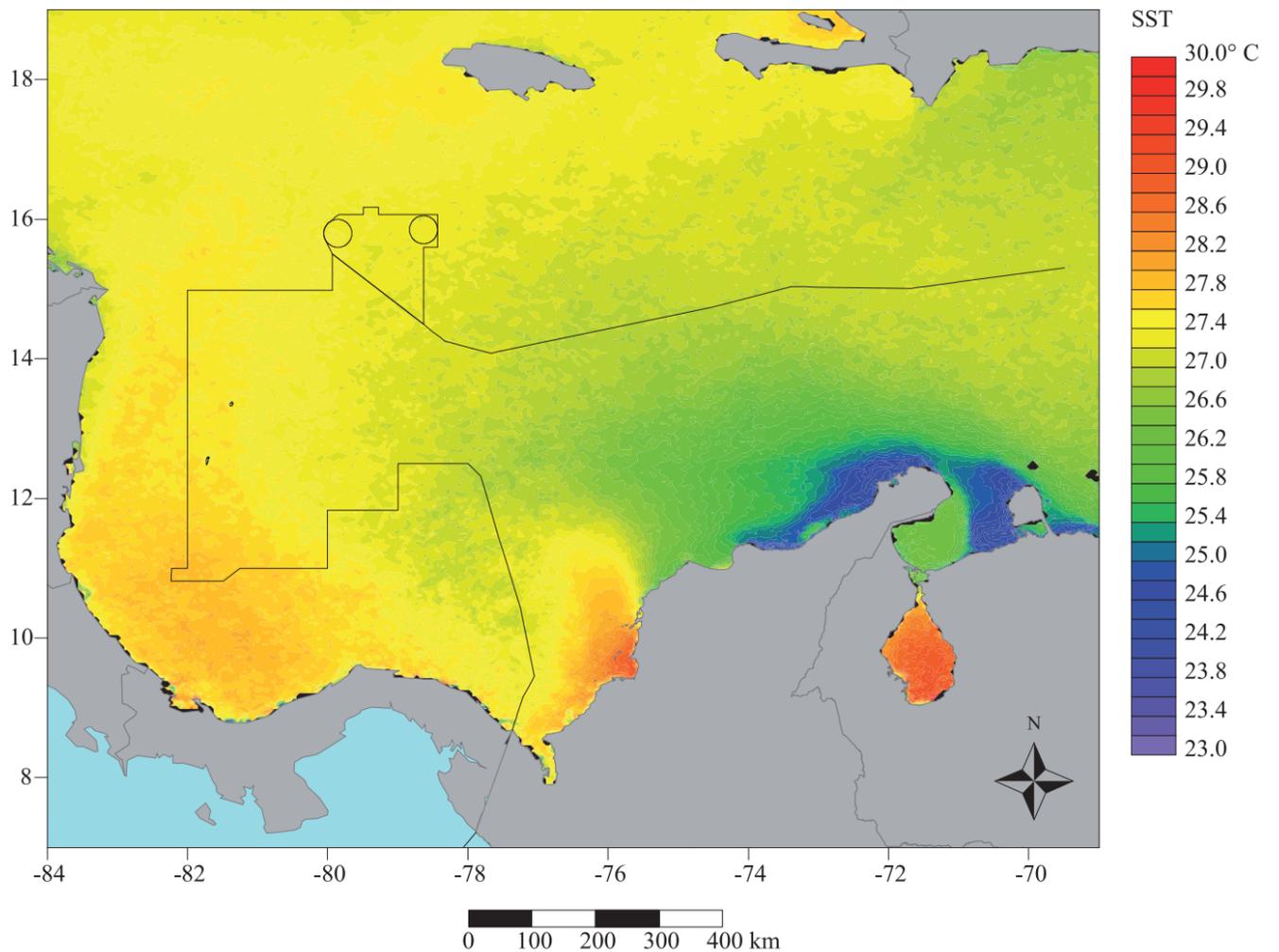


Figura 16

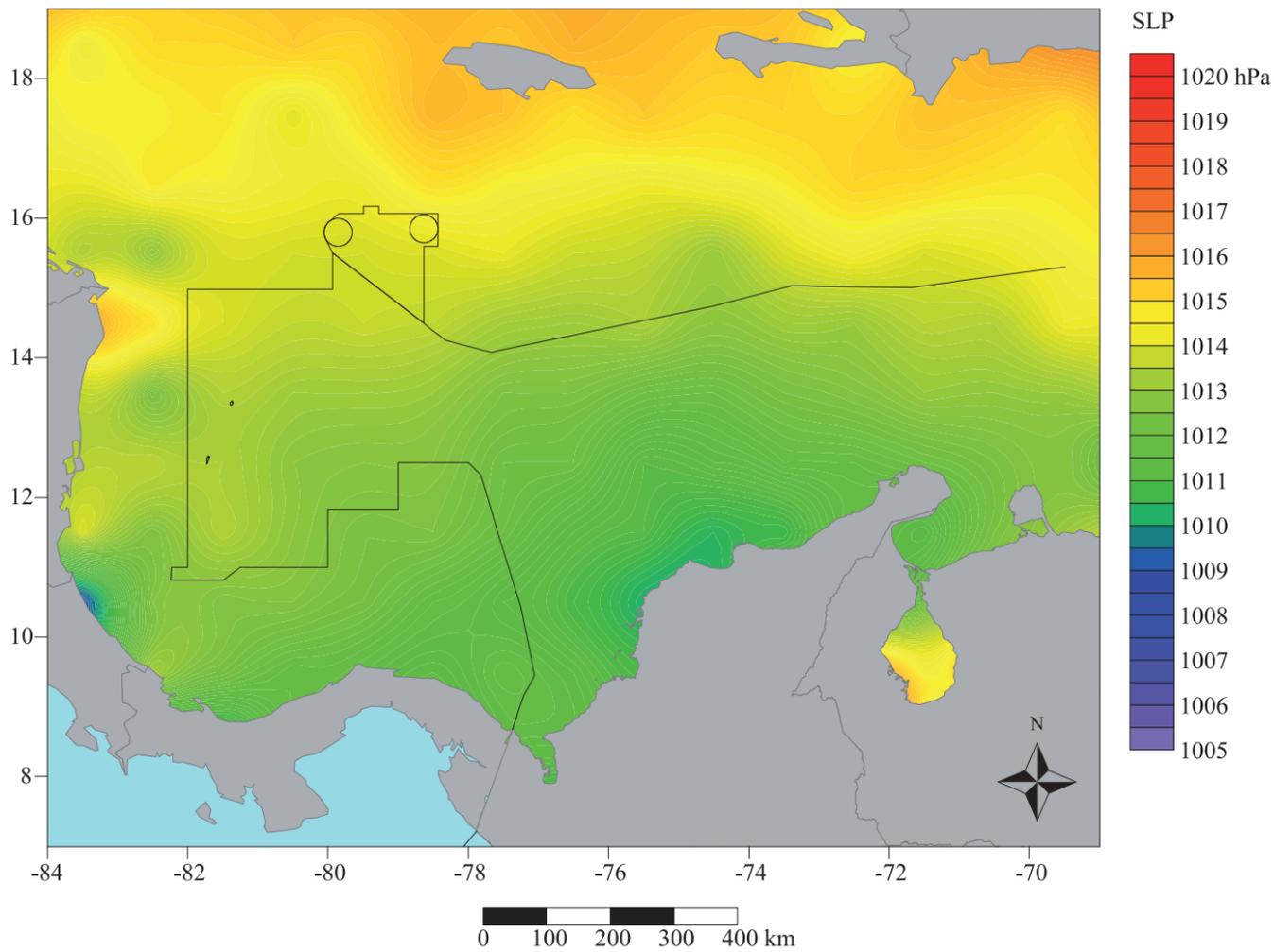
Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de febrero, escala en °C; resolución de la malla de cálculo 1° × 1°. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

Figura 17

Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de febrero, escala en °C, resolución 4 km × 4 km. Observaciones por satélite para el periodo incluido entre 1 de septiembre de 1981 y el 31 de diciembre de 2007; base de datos “Noaa Pathfinder version 5”.



MARZO

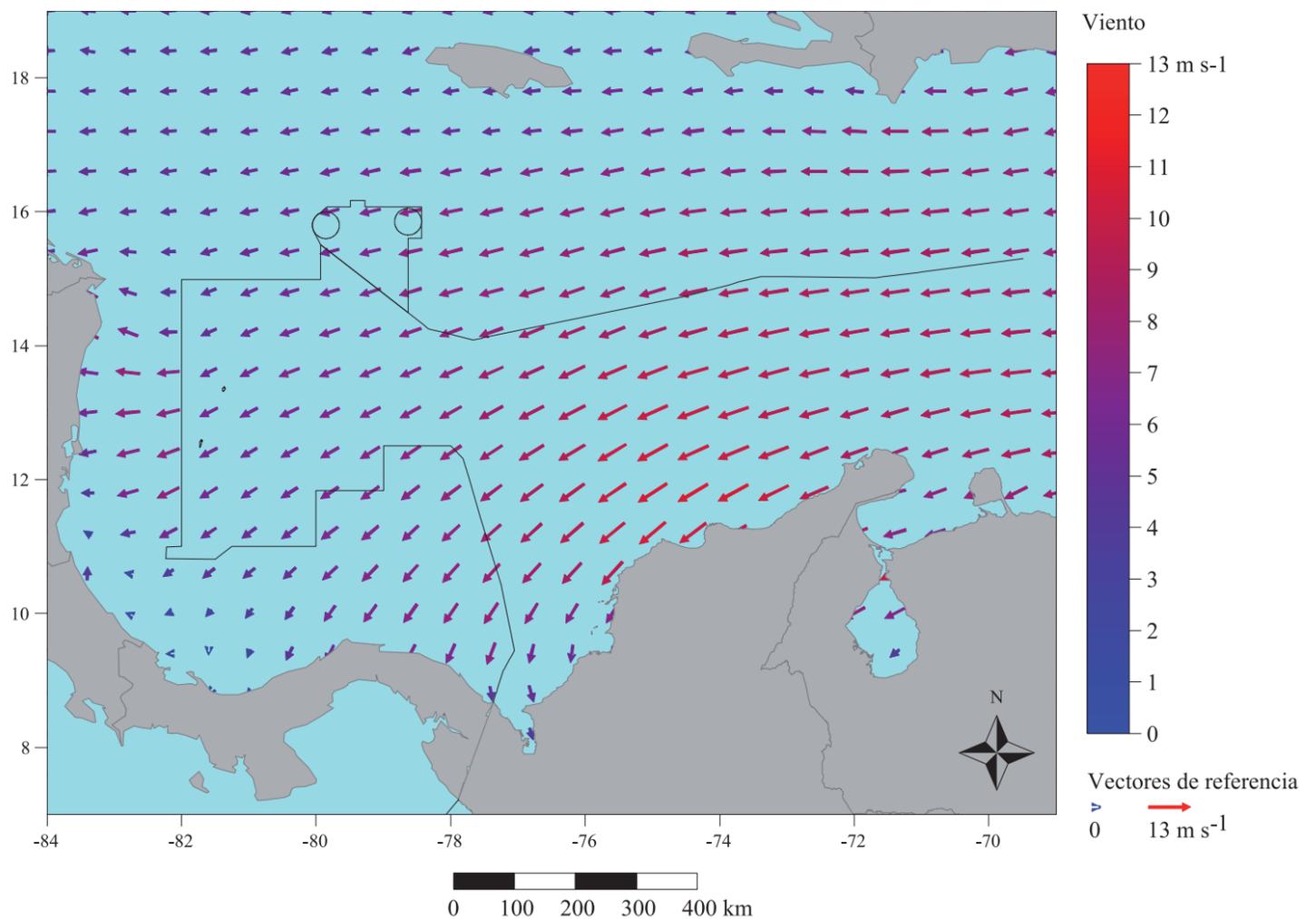


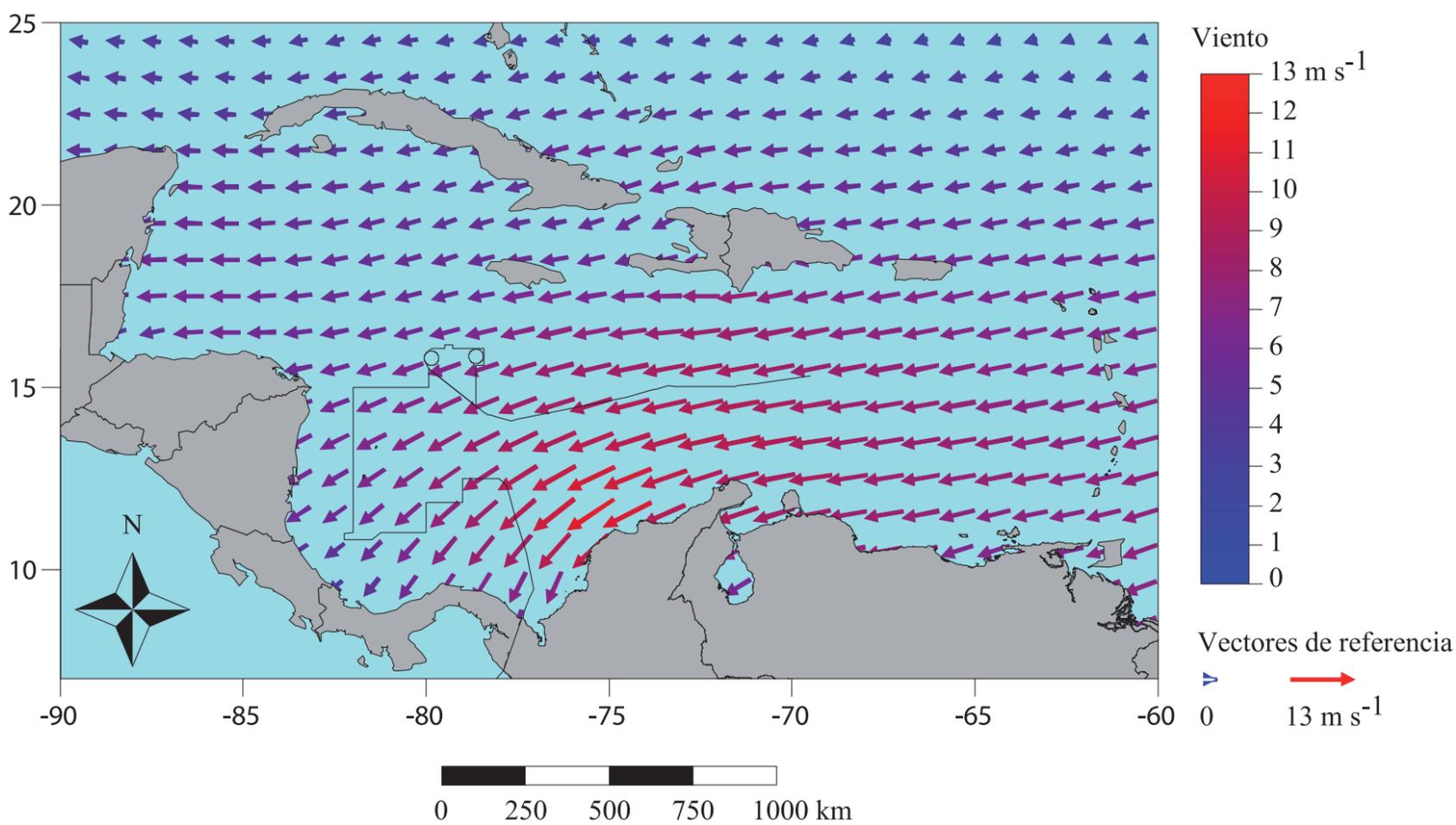
➤ **Figura 18**

Valor promedio de la presión atmosférica reducida al nivel del mar para el mes de marzo, escala en hPa; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".

➤ **Figura 19**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el mes de marzo, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".



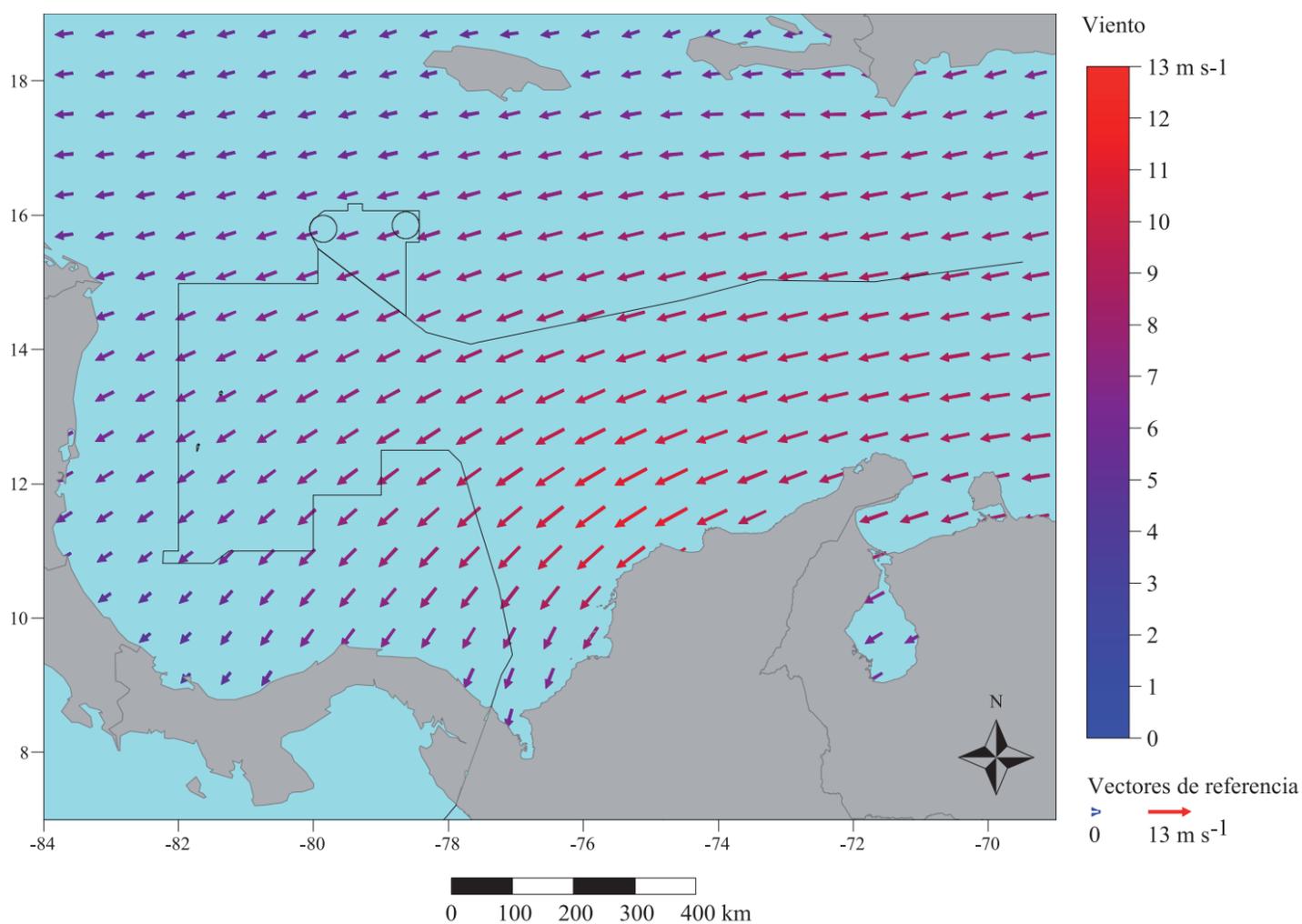


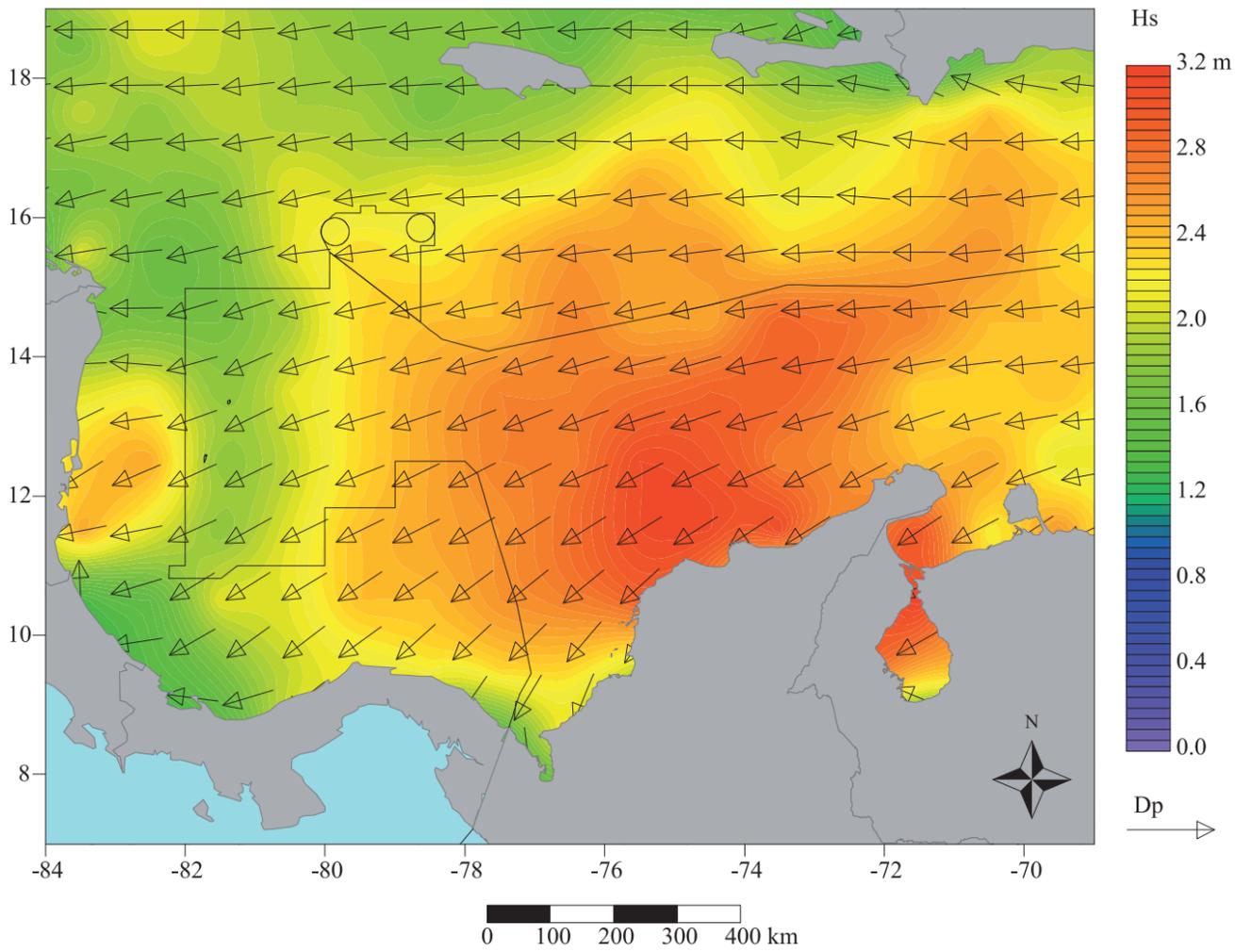
➤ **Figura 20a**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe en el mes de marzo, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT SeaWinds”.

➤ **Figura 20b**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe colombiano en el mes de marzo, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT SeaWinds”.



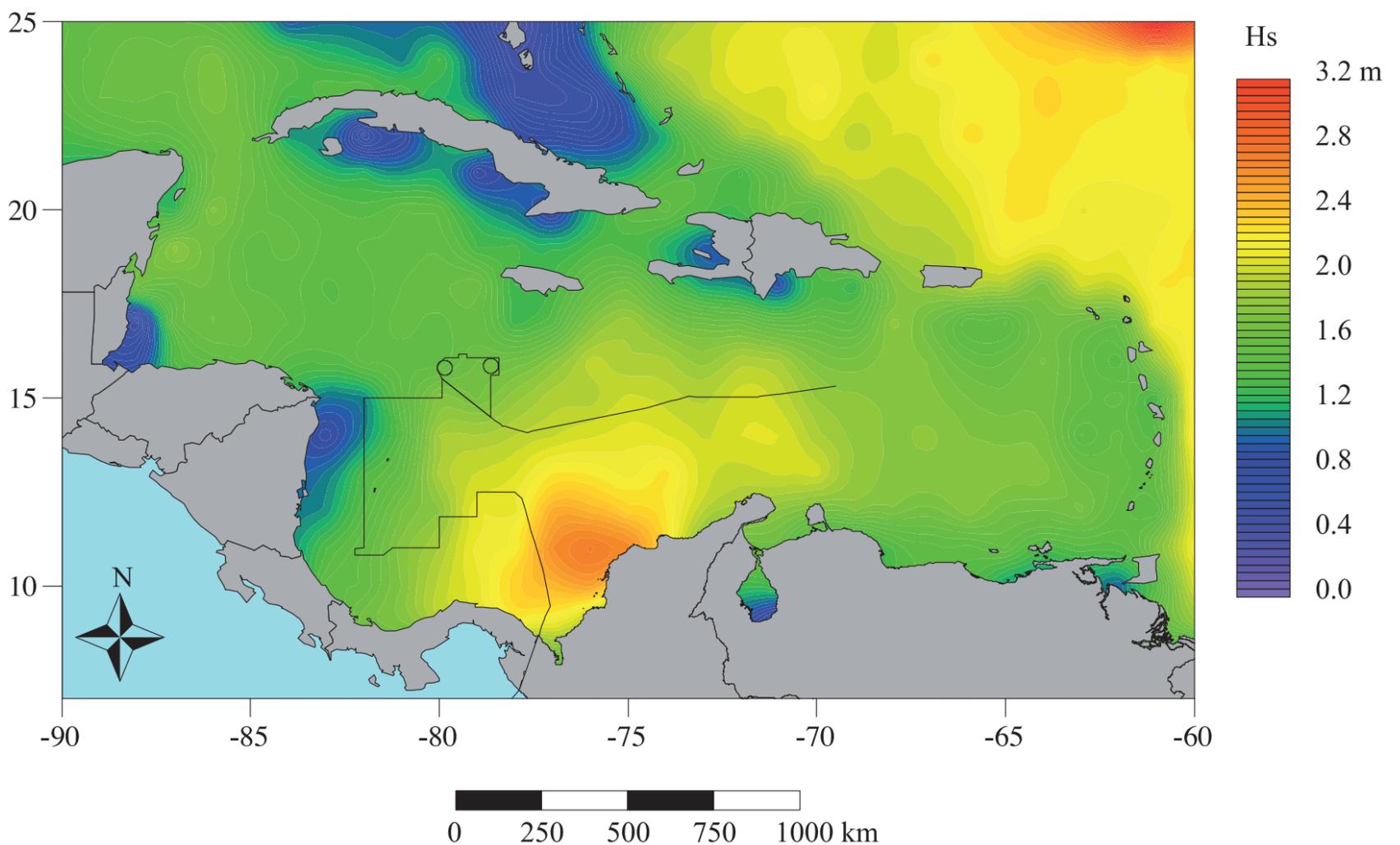


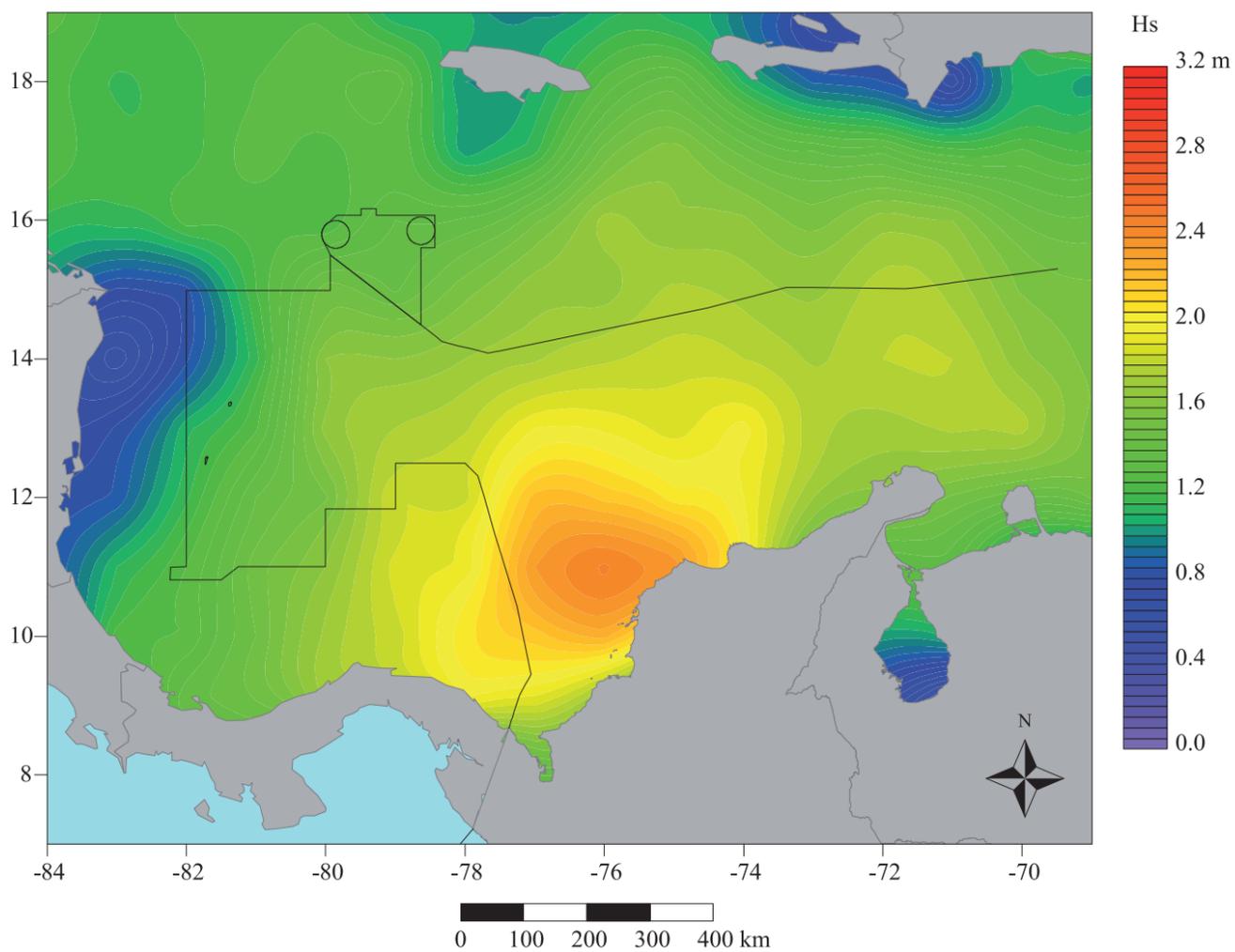
➤ **Figura 21**

Valor promedio de la altura significativa (Hs) de las olas, escala en m, y del valor promedio de la dirección de las olas para el mes de marzo; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008. Base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 22a**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe en el mes de marzo, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.



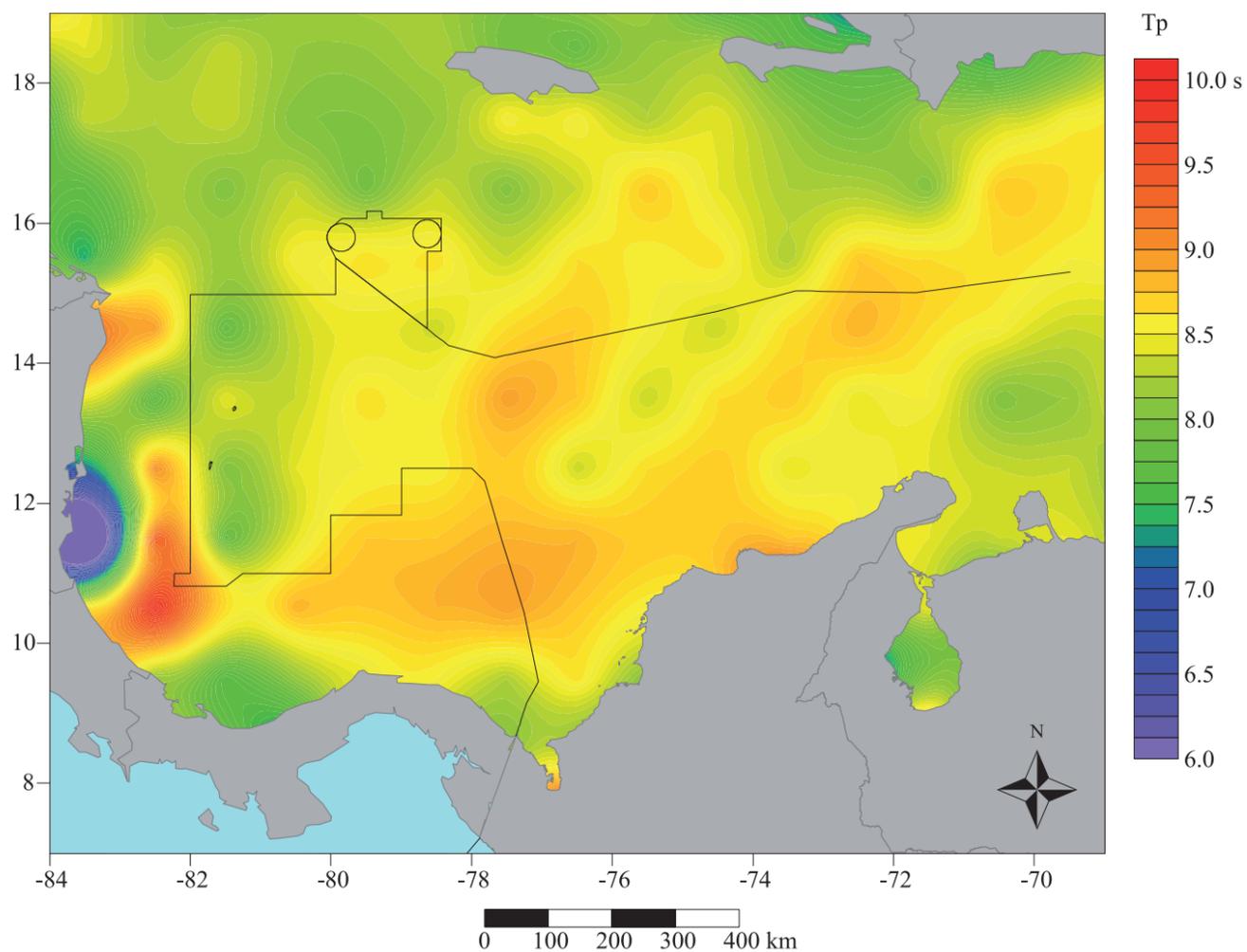


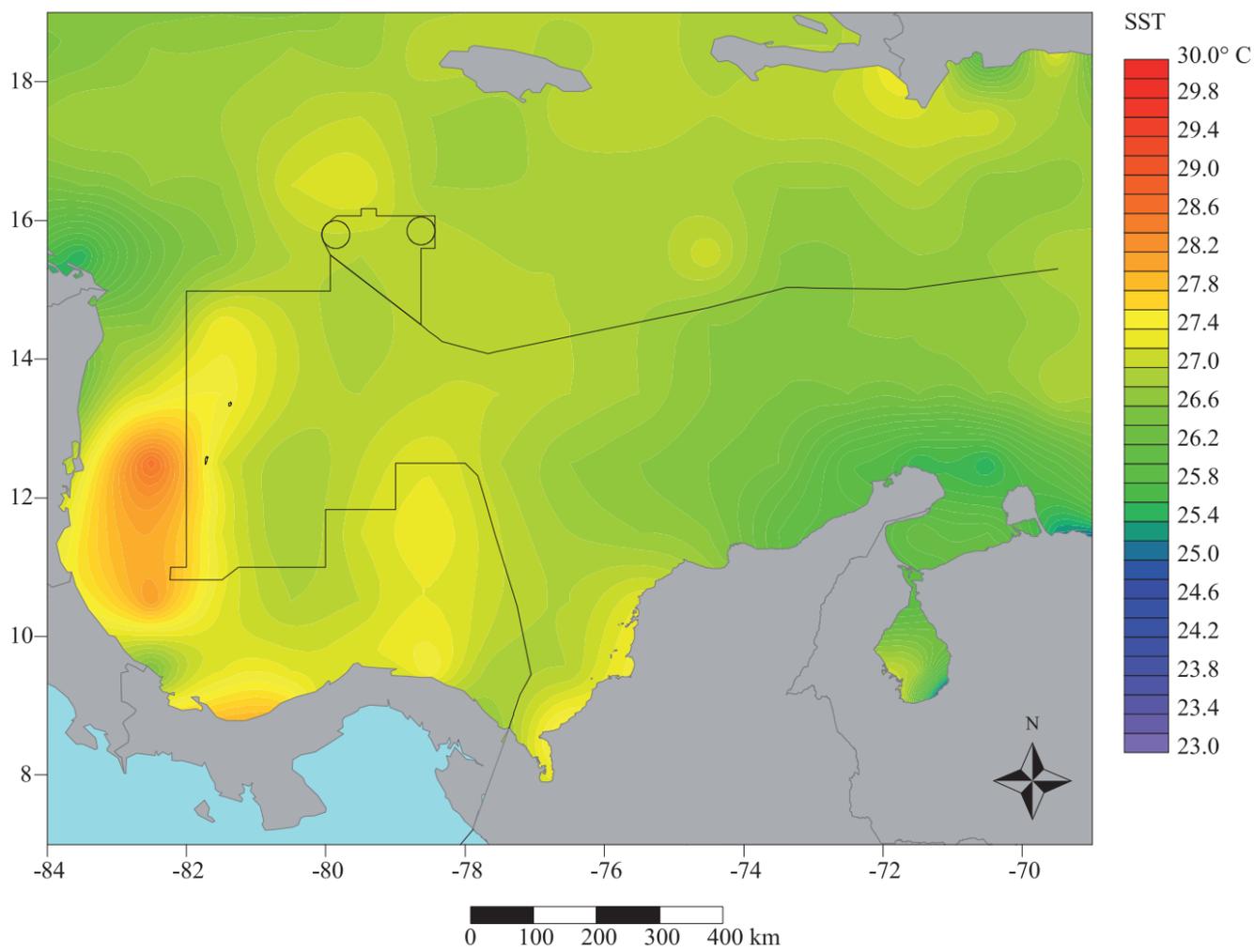
➤ **Figura 22b**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe colombiano en el mes de marzo, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos "Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product".

➤ **Figura 23**

Valor promedio del periodo corregido de las olas para el mes de marzo, escala en s; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".



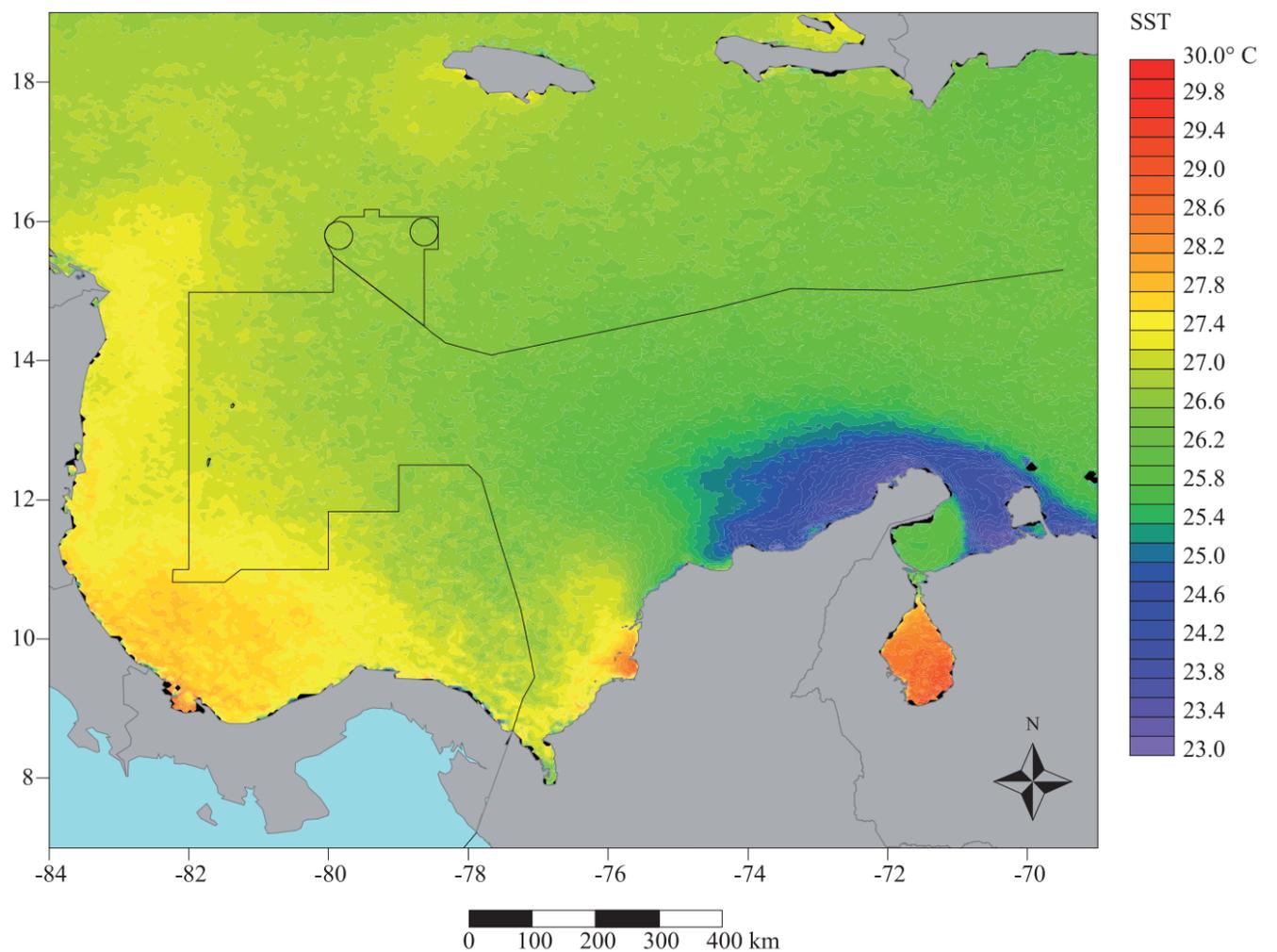


➤ **Figura 24**

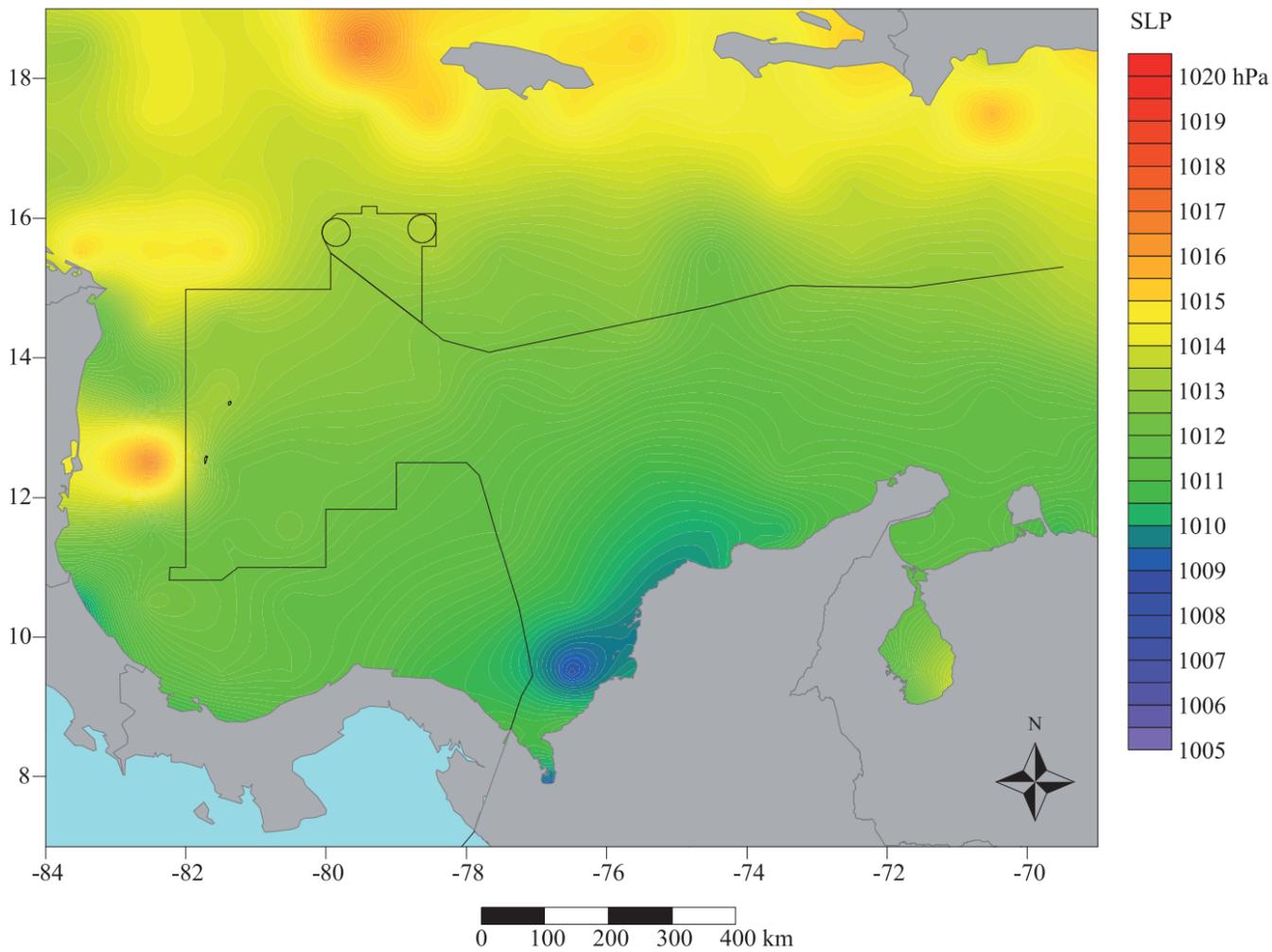
Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de marzo, escala en °C; resolución de la malla de cálculo 1° × 1°. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 25**

Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de marzo, escala en °C, resolución 4 km × 4 km. Observaciones por satélite para el periodo incluido entre 1 de septiembre de 1981 y el 31 de diciembre de 2007; base de datos “Noaa Pathfinder version 5”.



ABRIL

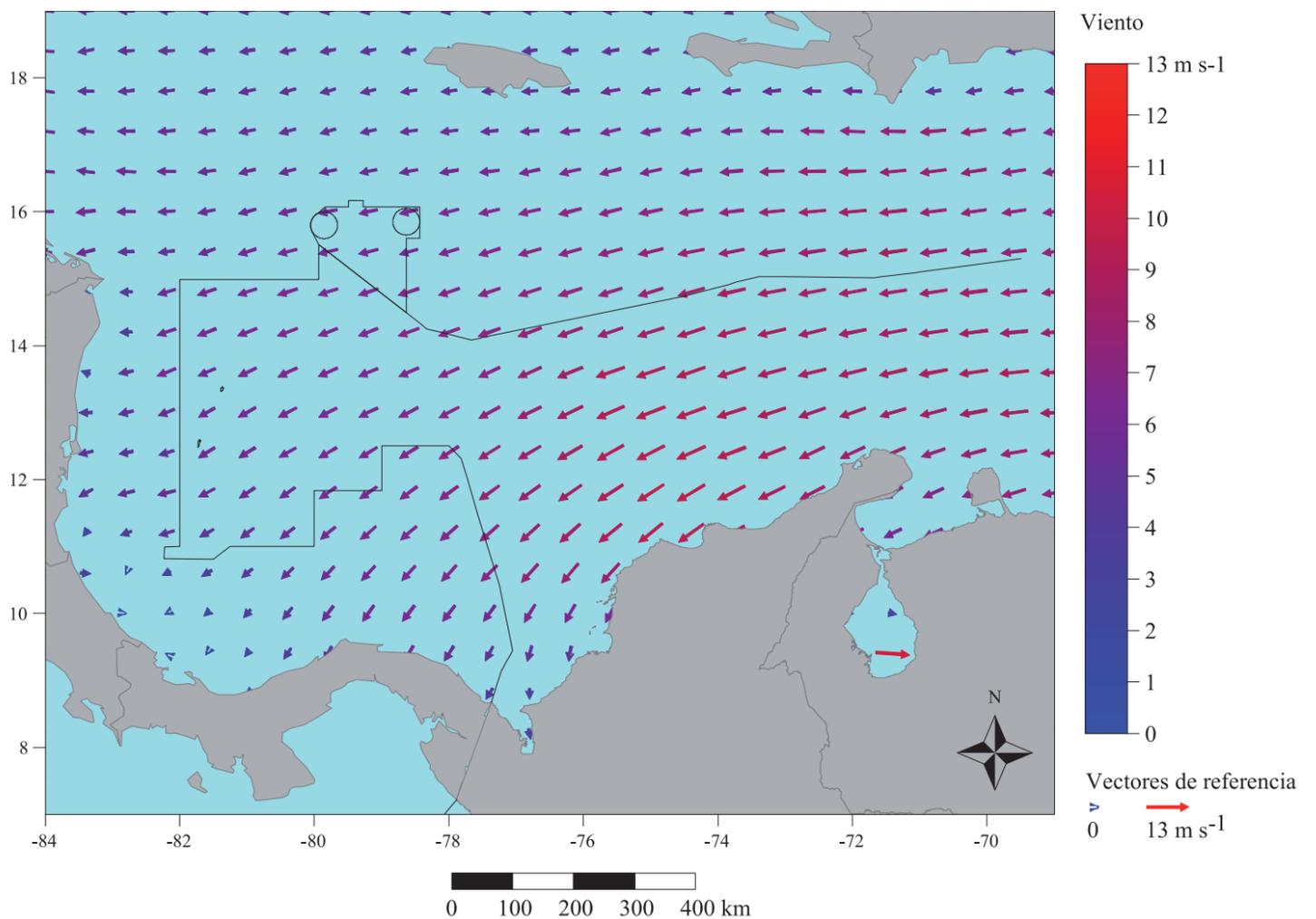


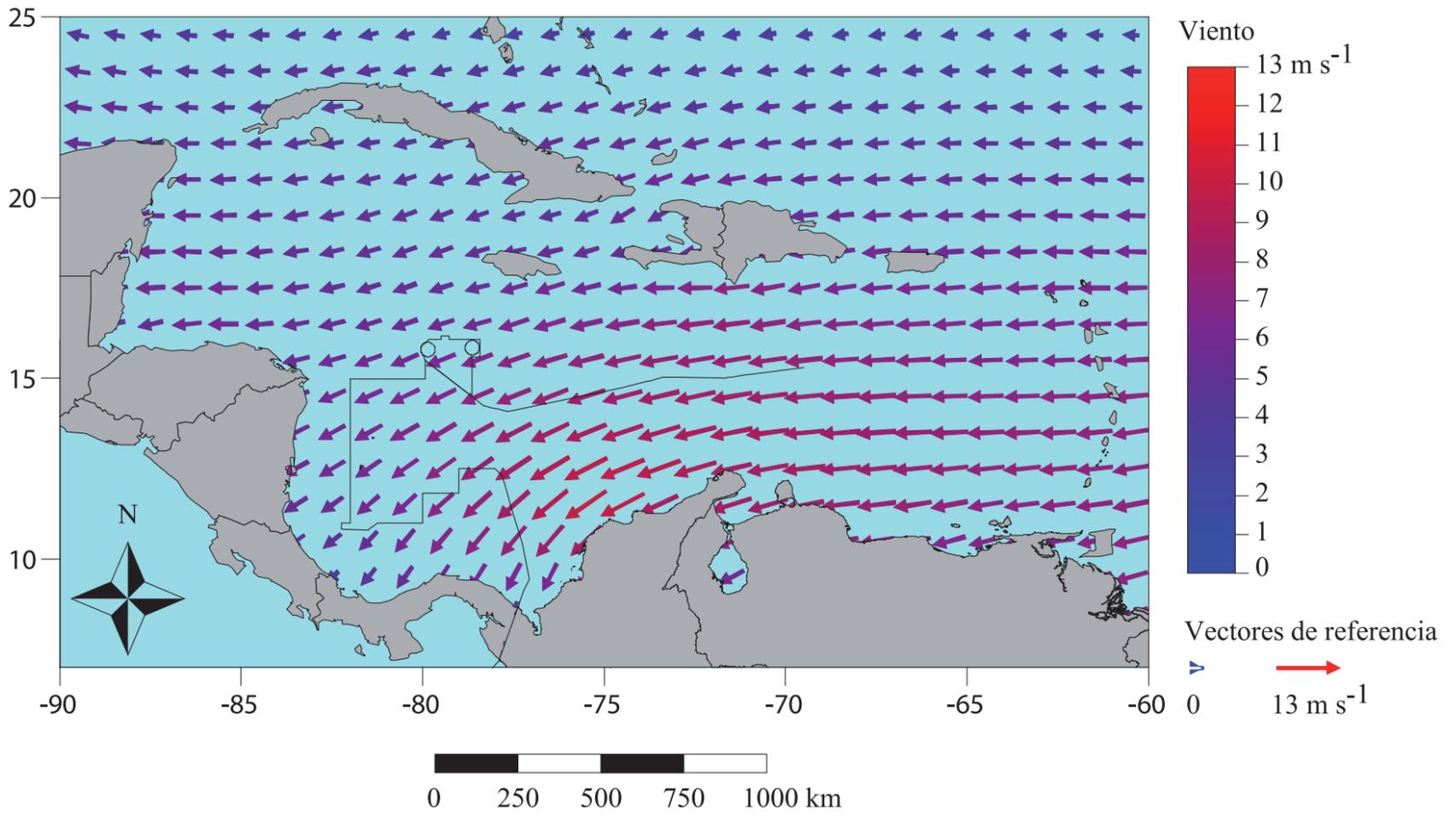
➤ **Figura 26**

Valor promedio de la presión atmosférica reducida al nivel del mar para el mes de abril, escala en hPa; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 27**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el mes de abril, escala en $m\ s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.



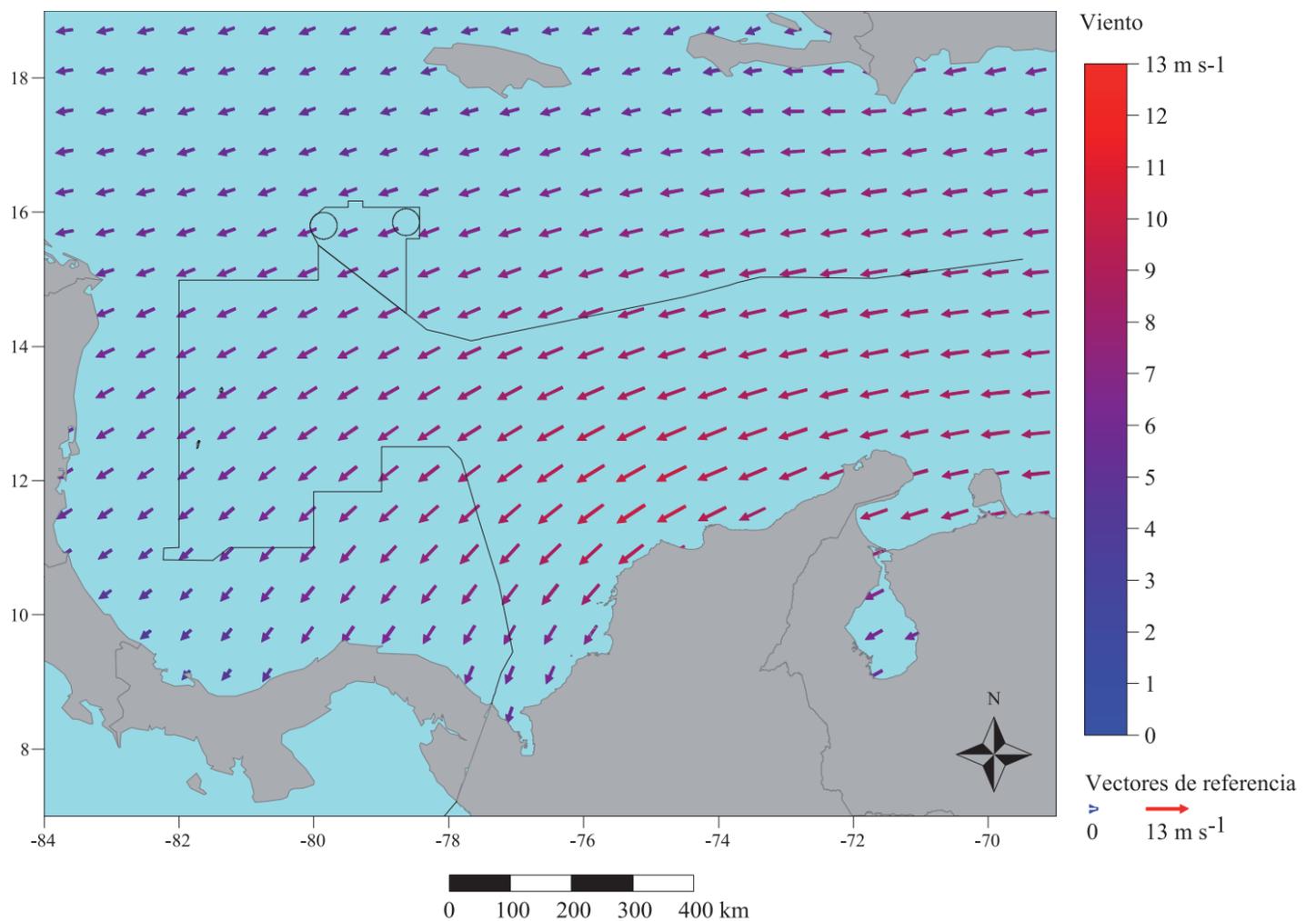


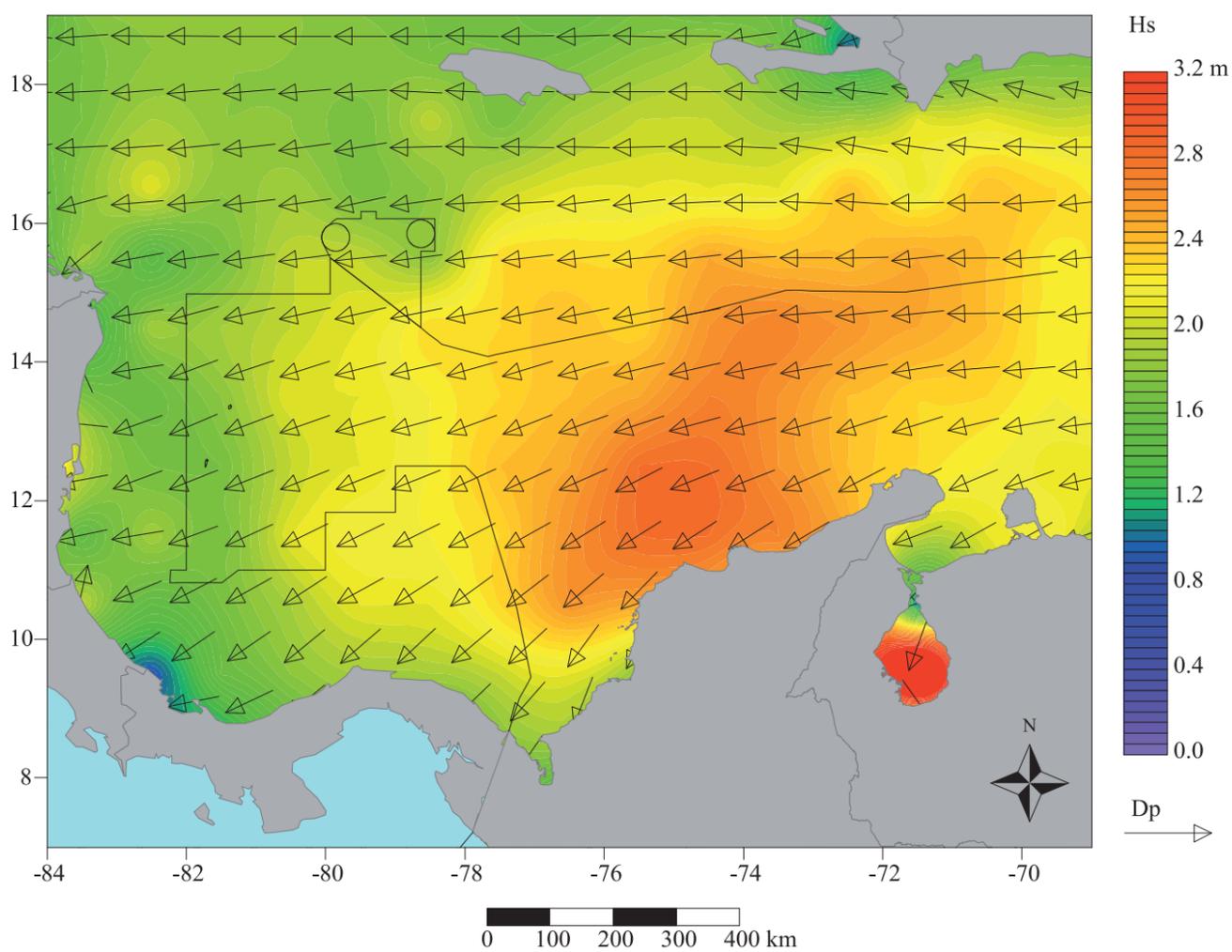
➤ **Figura 28a**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe en el mes de abril, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT SeaWinds”.

➤ **Figura 28b**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe colombiano en el mes de abril, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT SeaWinds”.



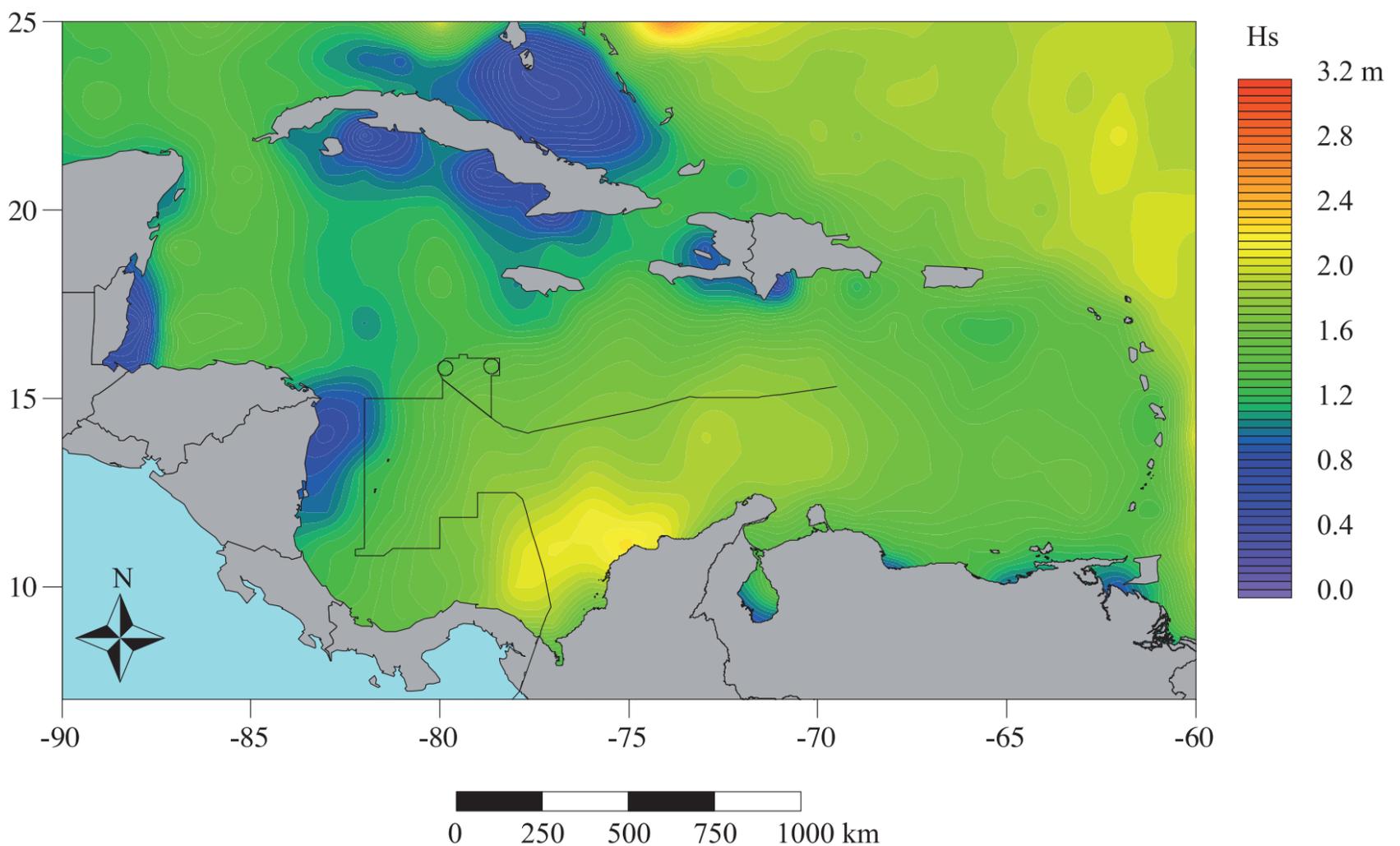


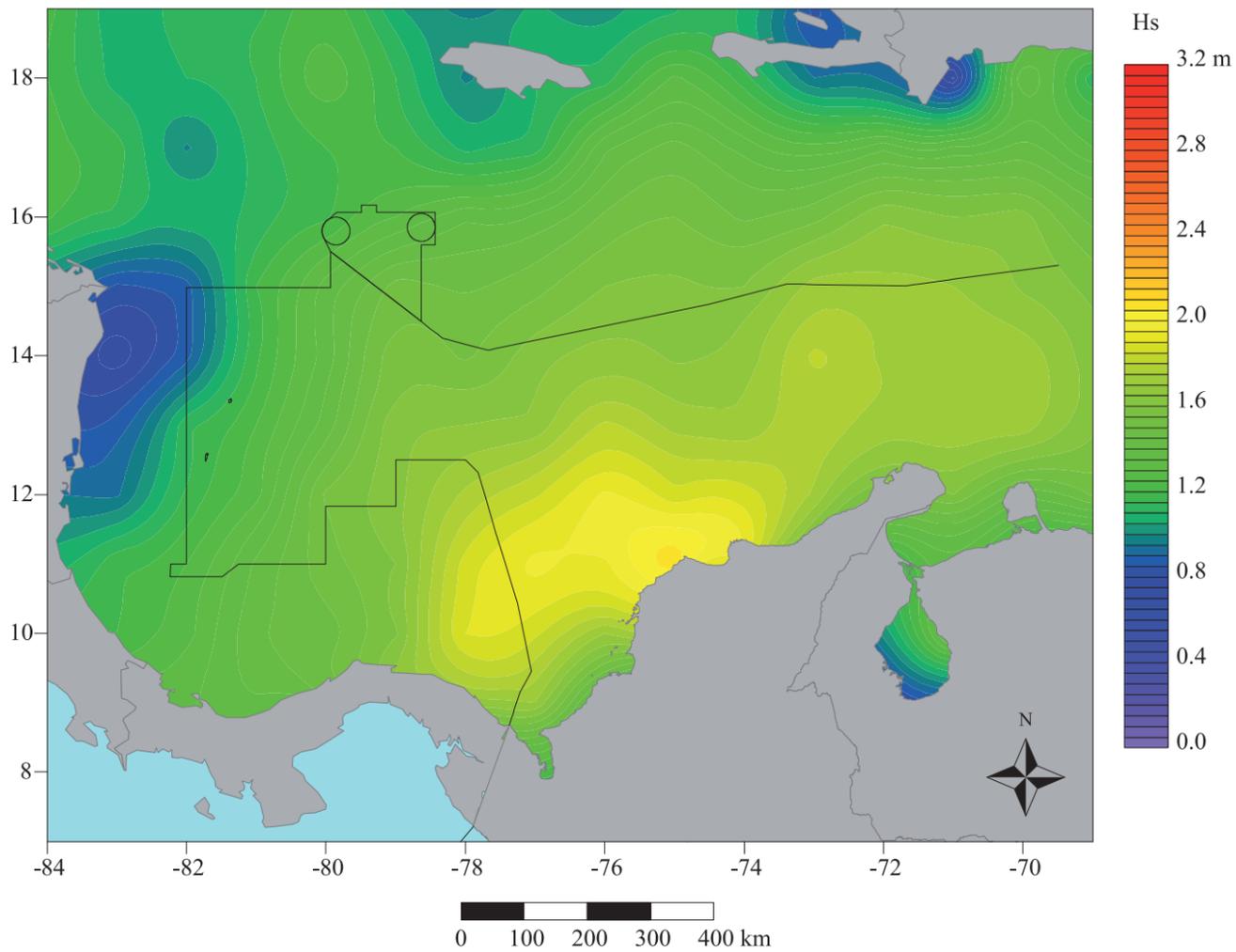
➤ **Figura 29**

Valor promedio de la altura significativa (Hs) de las olas, escala en m, y del valor promedio de la dirección de las olas para el mes de abril; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008. Base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 30a**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe en el mes de abril, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.



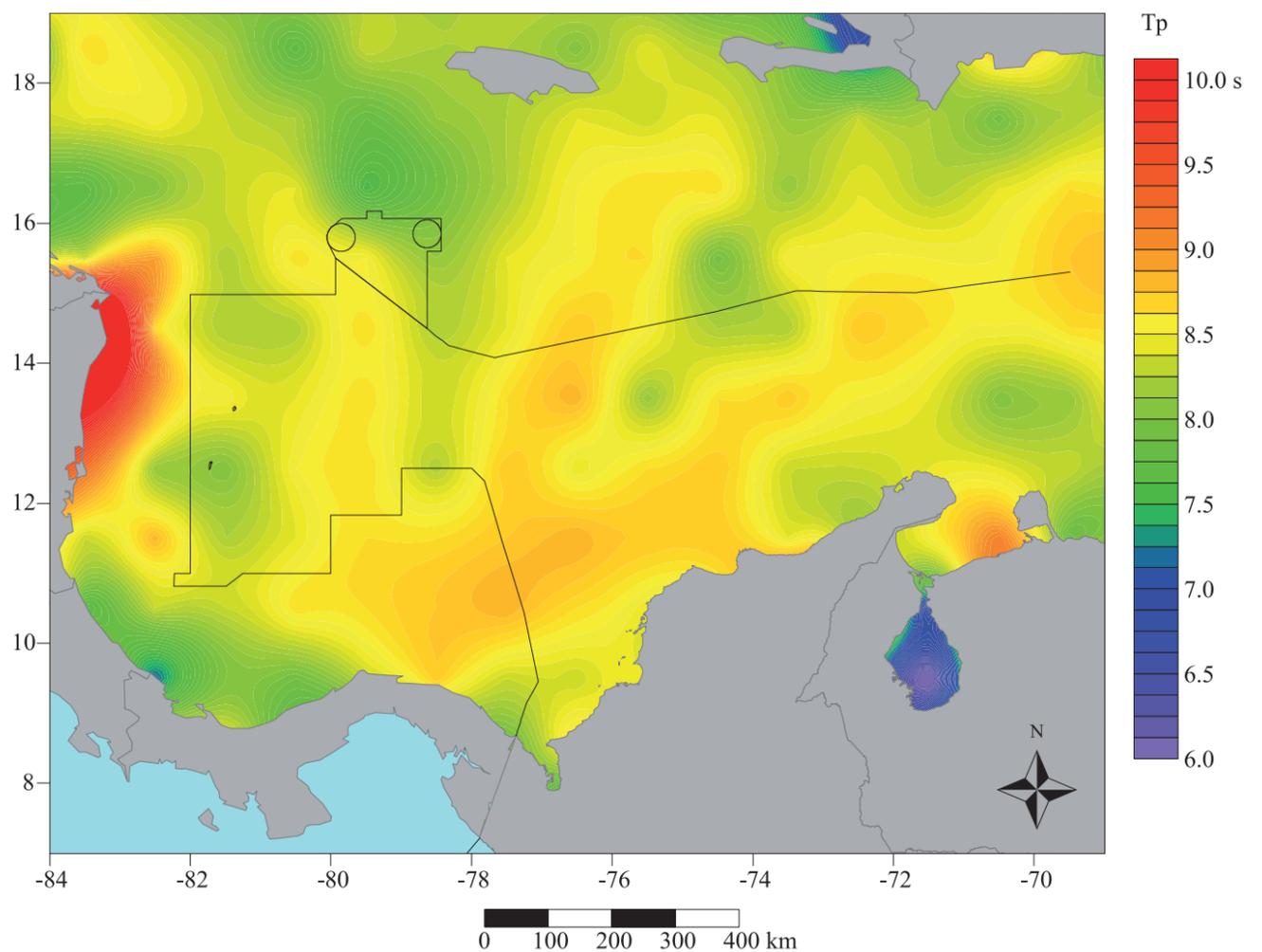


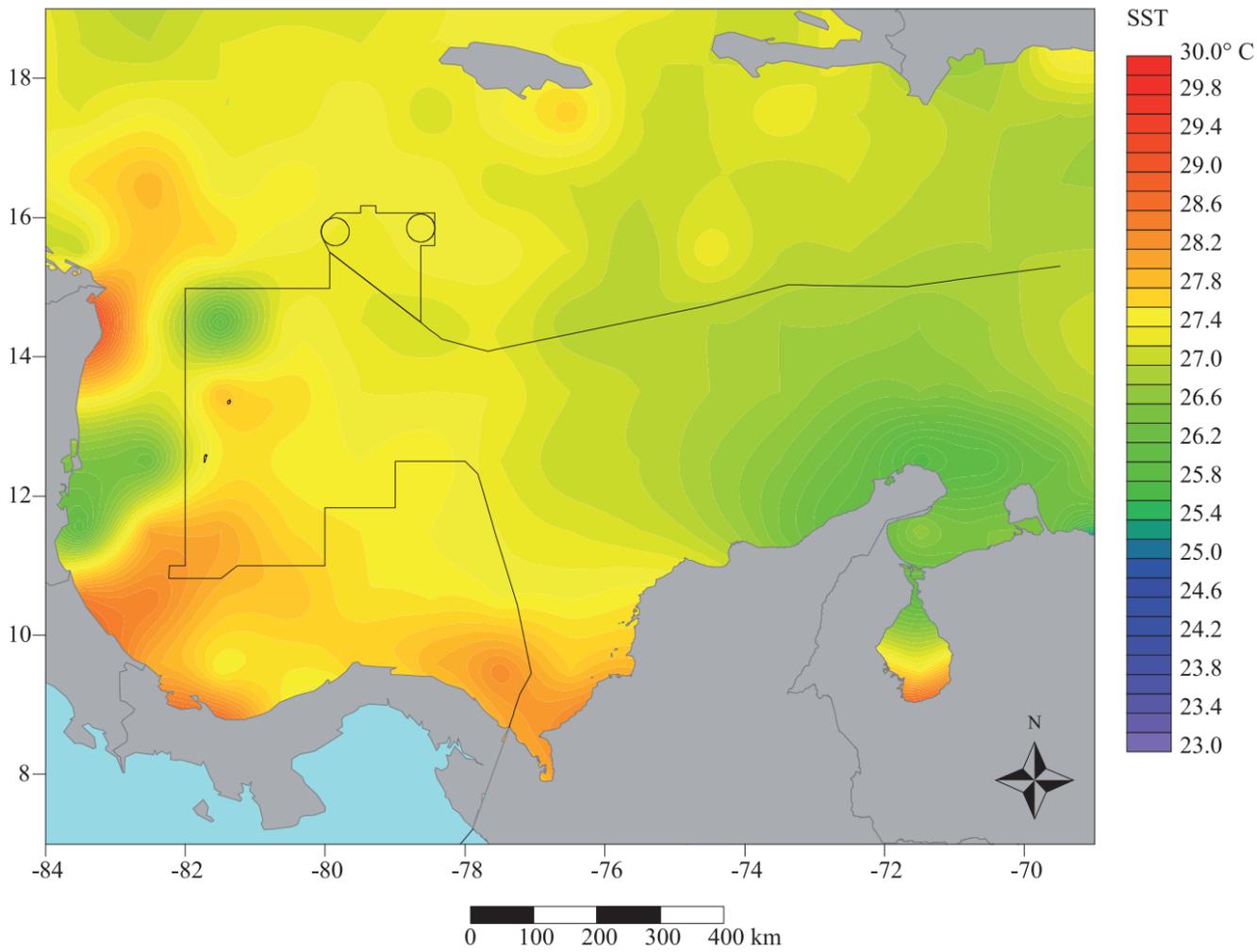
➤ **Figura 30b**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe colombiano en el mes de abril, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.

➤ **Figura 31**

Valor promedio del periodo corregido de las olas para el mes de abril, escala en s; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.



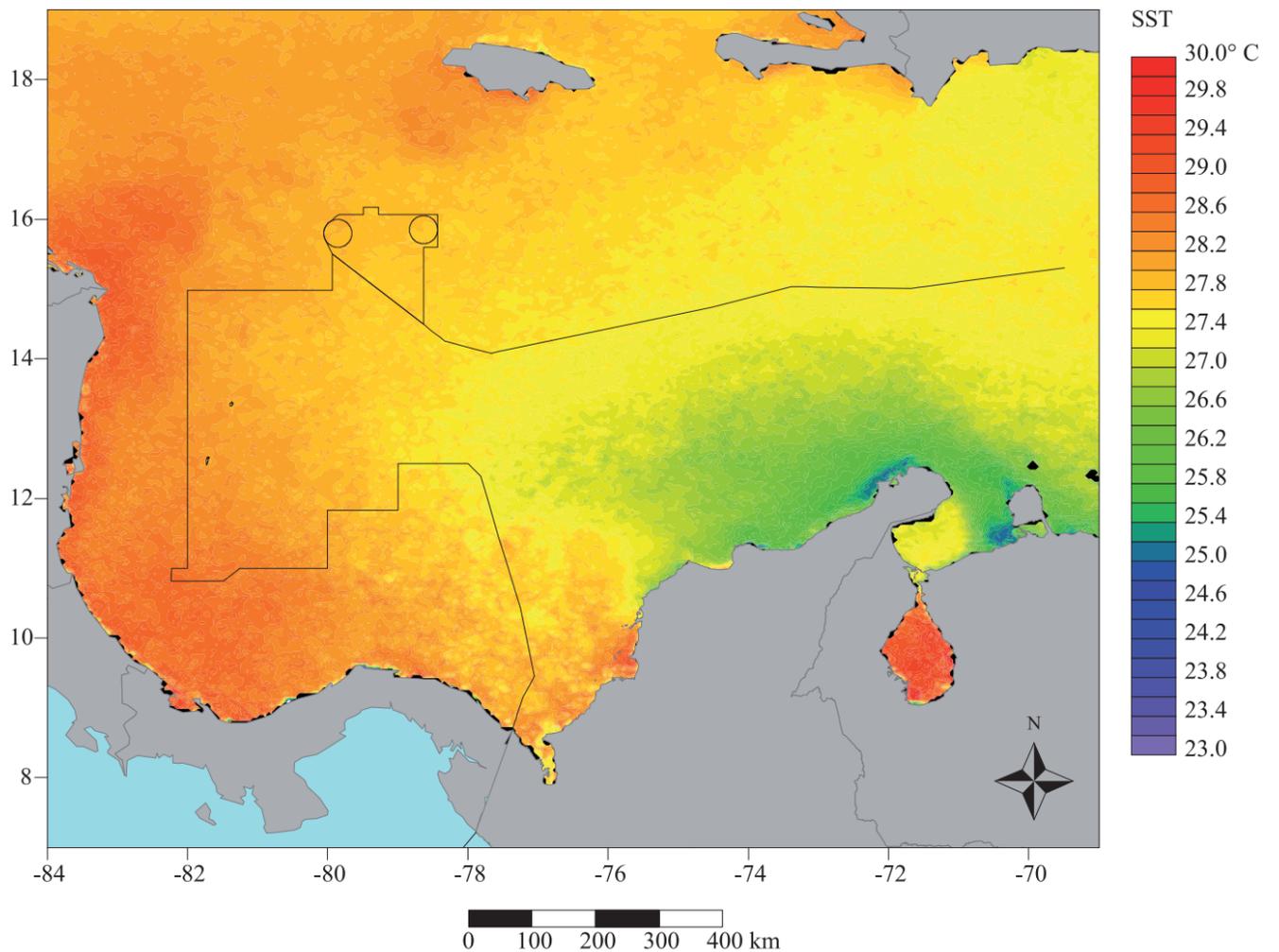


➤ **Figura 32**

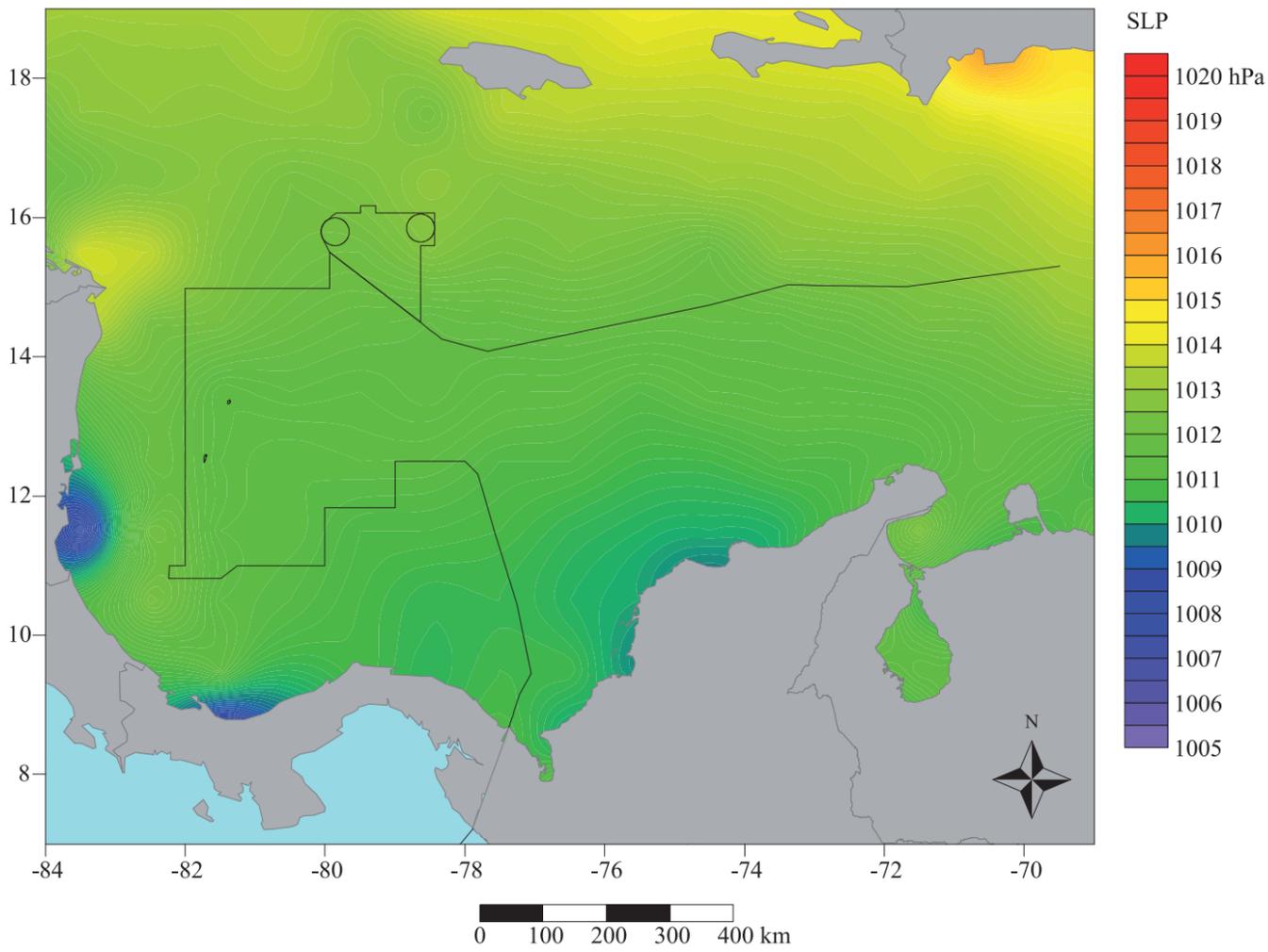
Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de abril, escala en °C; resolución de la malla de cálculo 1° × 1°. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 33**

Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de abril, escala en °C, resolución 4 km × 4 km. Observaciones por satélite para el periodo incluido entre 1 de septiembre de 1981 y el 31 de diciembre de 2007; base de datos “Noaa Pathfinder version 5”.



MAYO

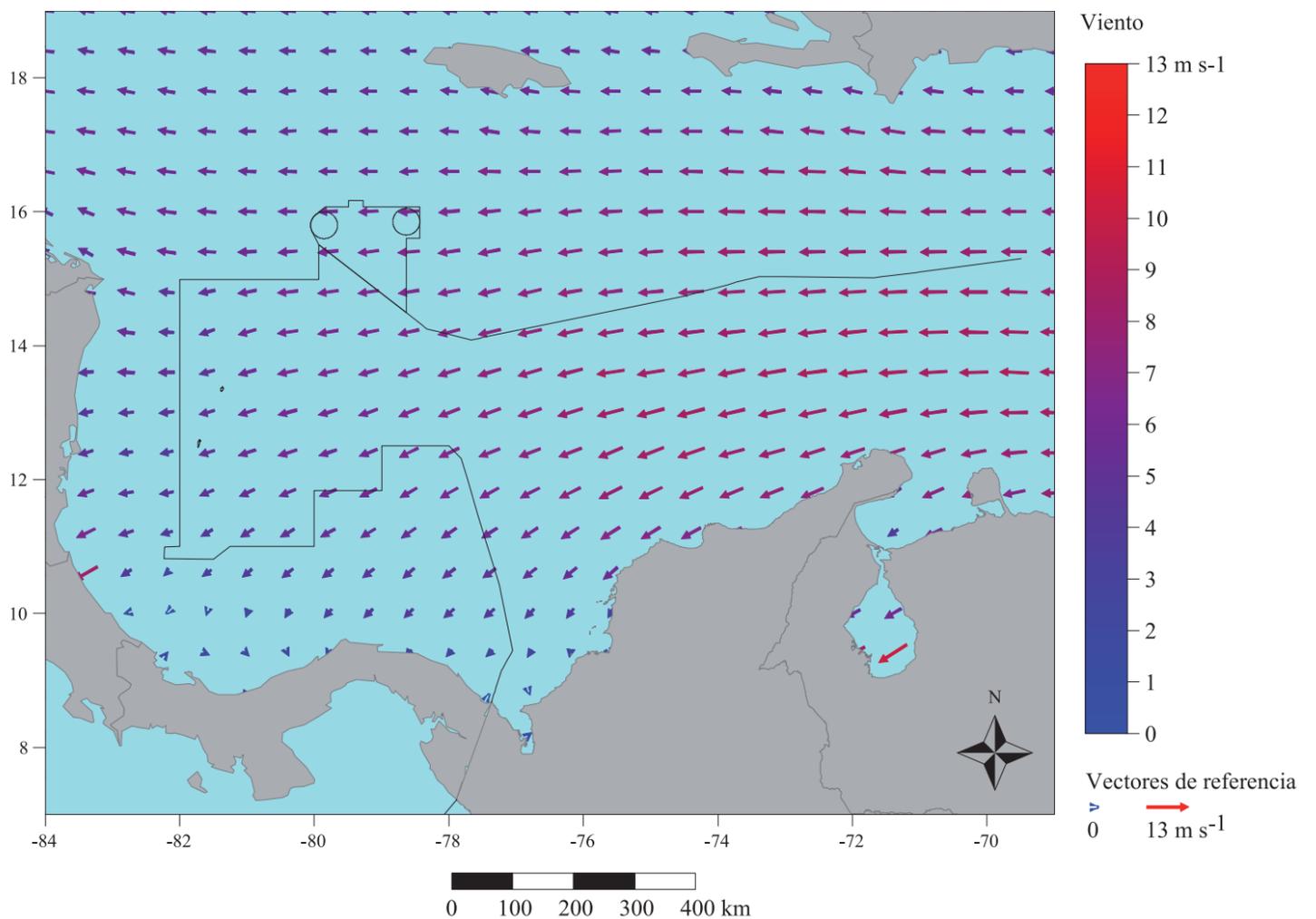


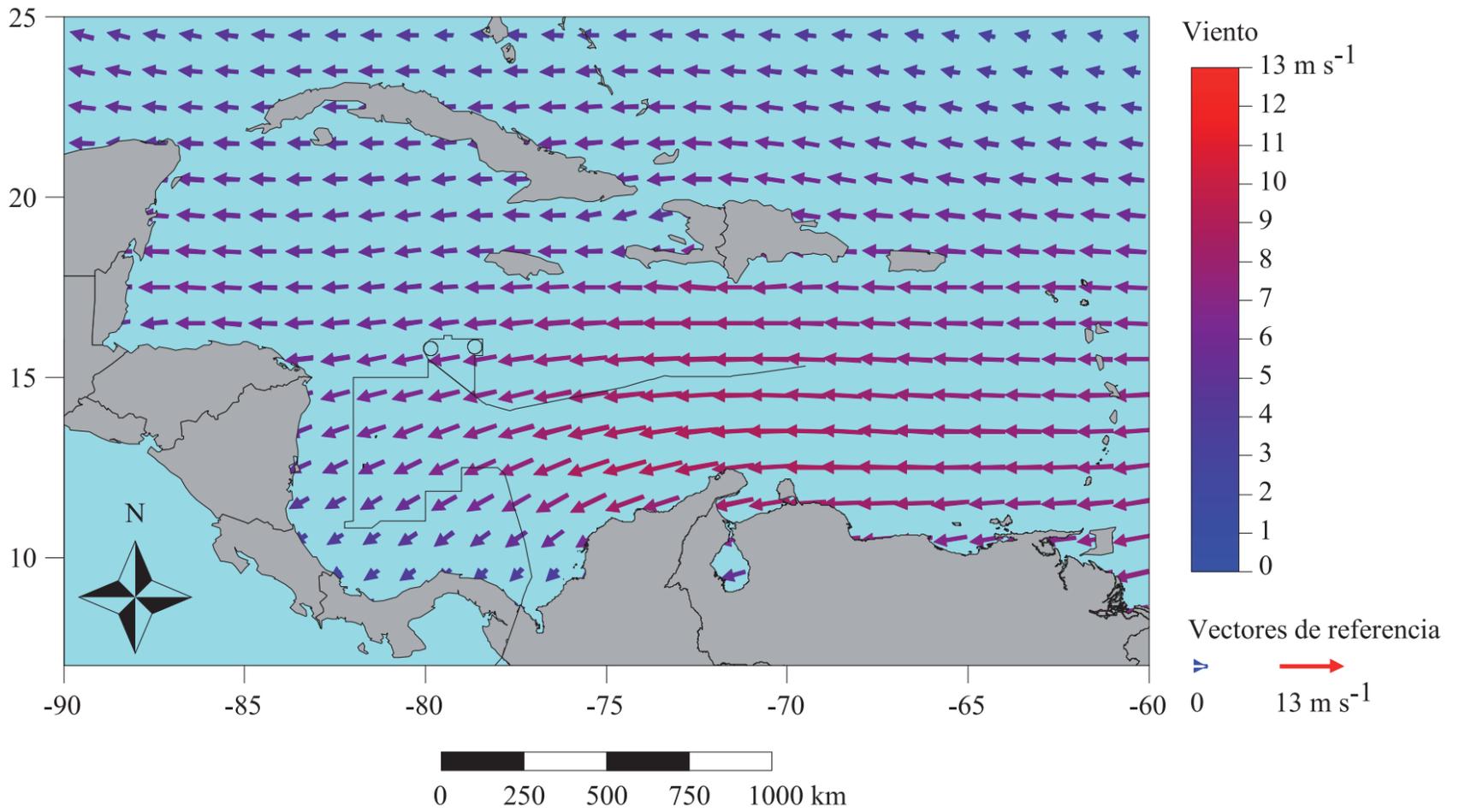
➤ **Figura 34**

Valor promedio de la presión atmosférica reducida al nivel del mar para el mes de mayo, escala en hPa; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".

➤ **Figura 35**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el mes de mayo, escala en $m\ s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".



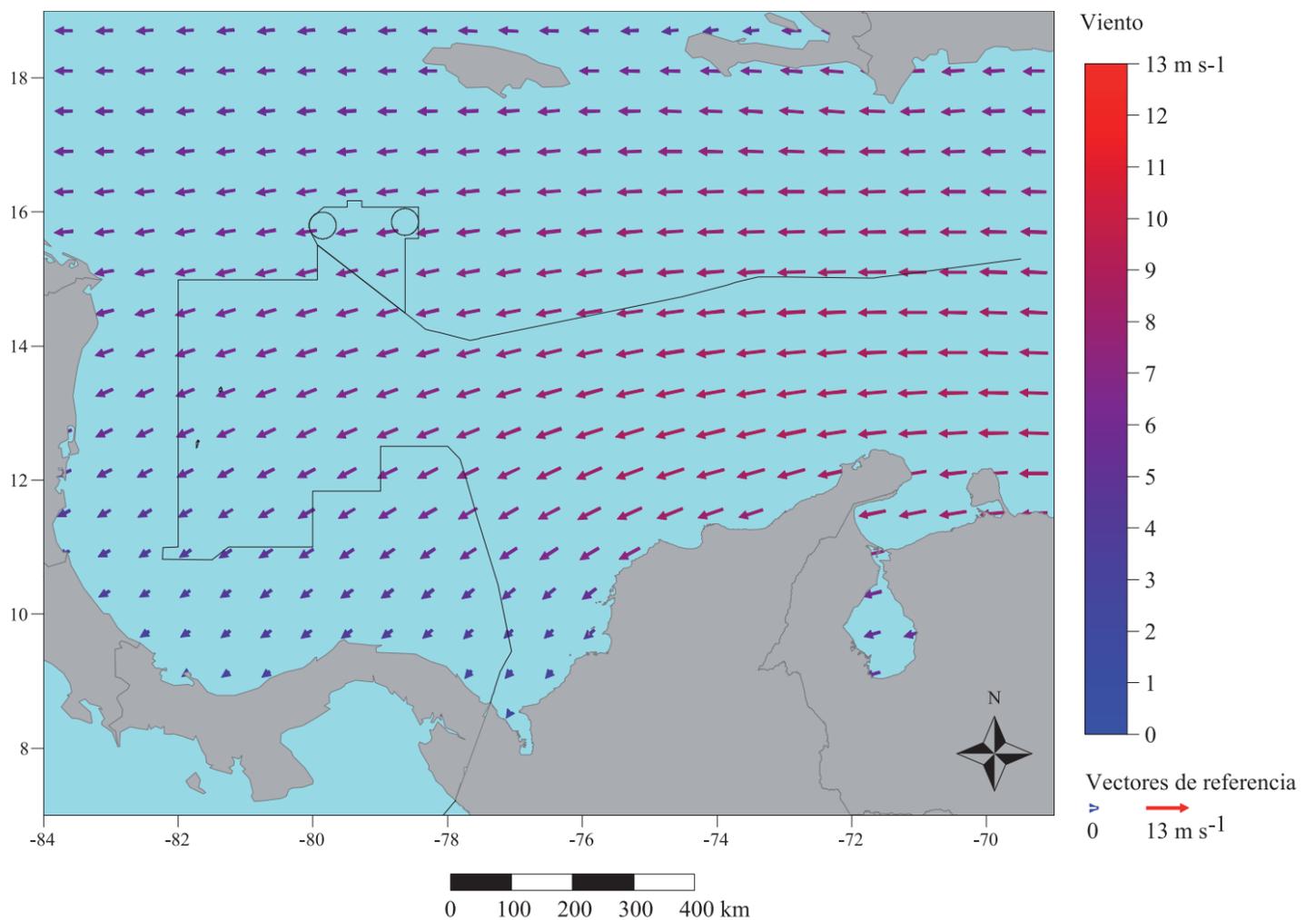


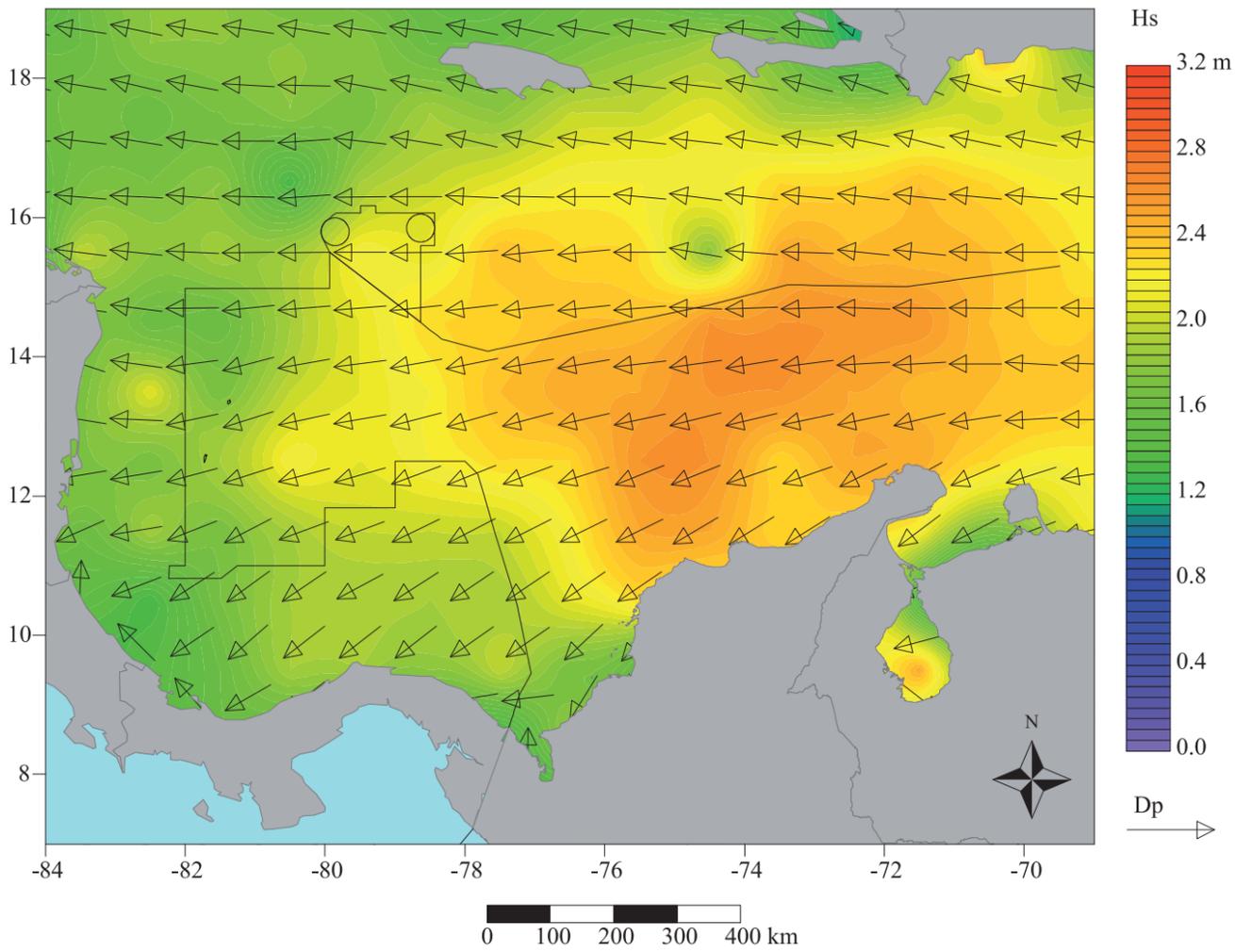
➤ **Figura 36a**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe en el mes de mayo, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^\circ \times 0,5^\circ$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT SeaWinds”.

➤ **Figura 36b**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe colombiano en el mes de mayo, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^\circ \times 0,5^\circ$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT SeaWinds”.



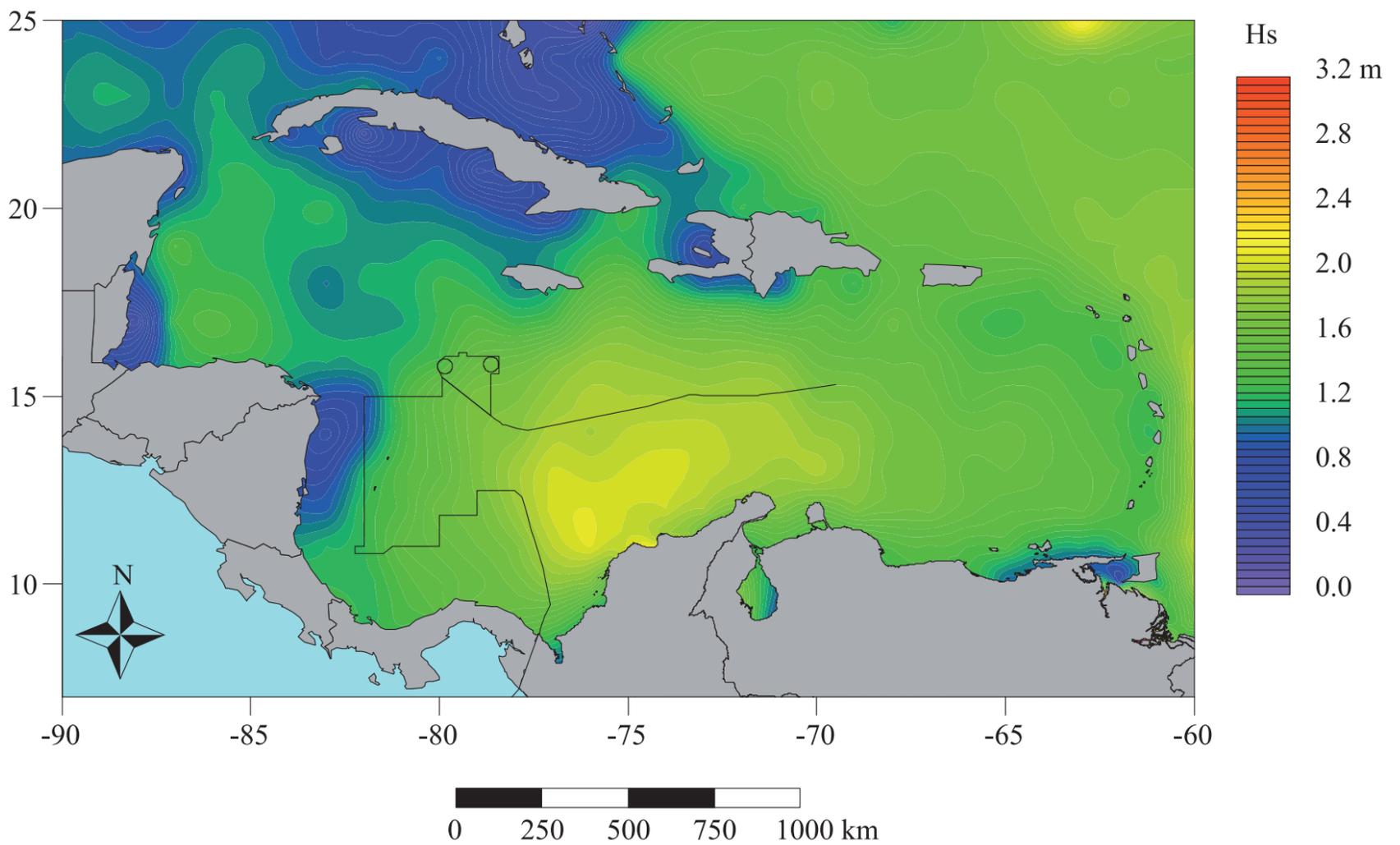


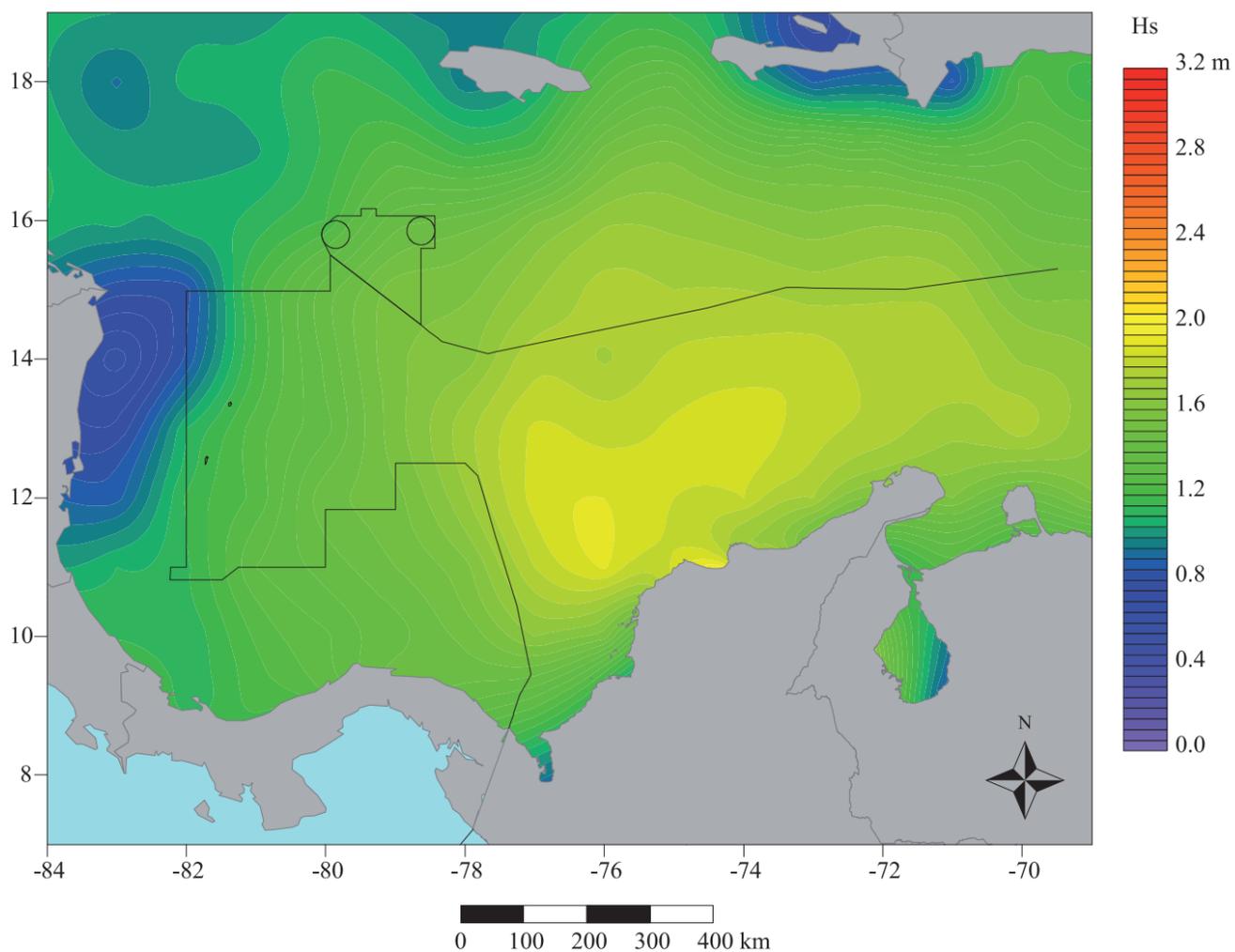
➤ **Figura 37**

Valor promedio de la altura significativa (Hs) de las olas, escala en m, y del valor promedio de la dirección de las olas para el mes de mayo; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008. Base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 38a**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe en el mes de mayo, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.



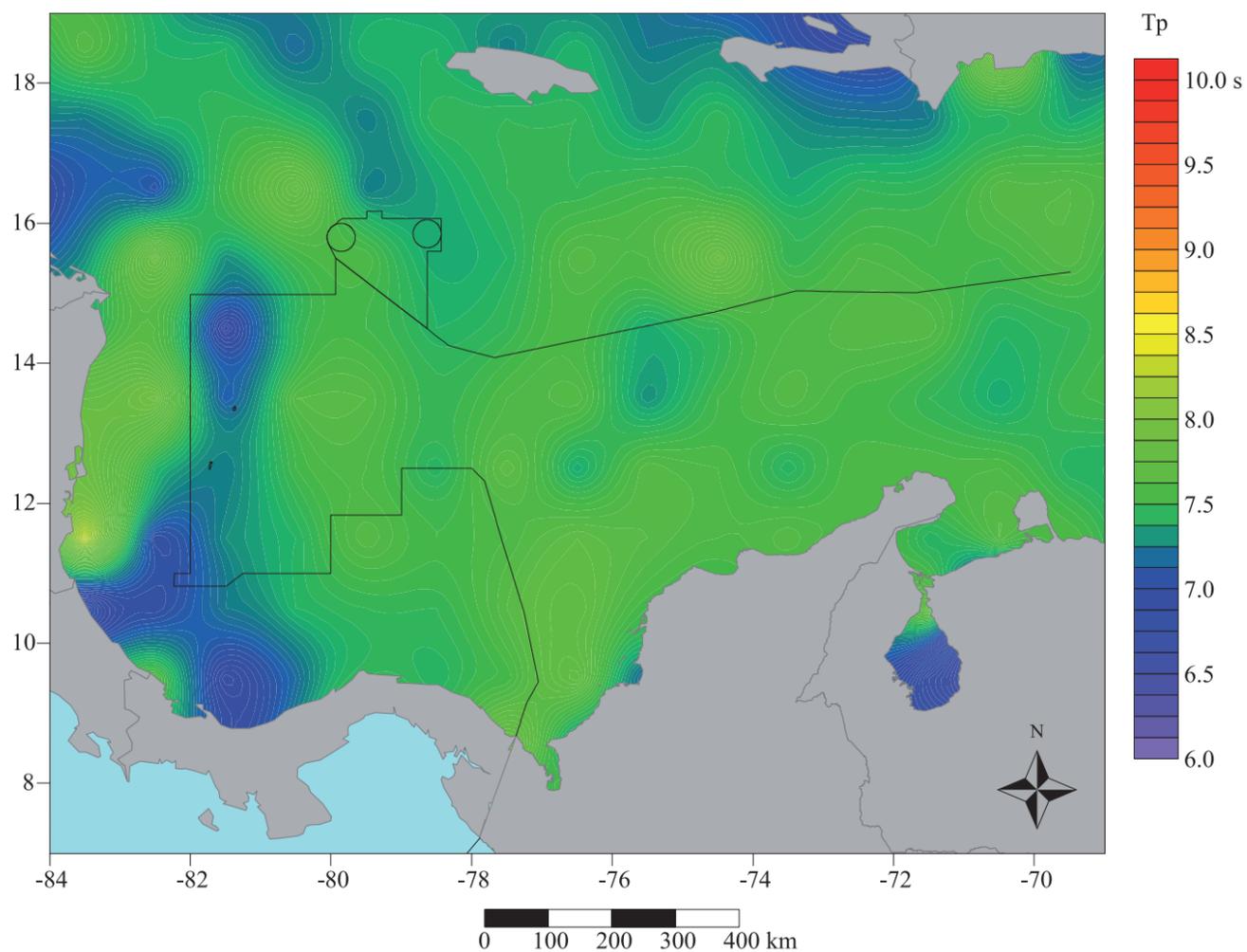


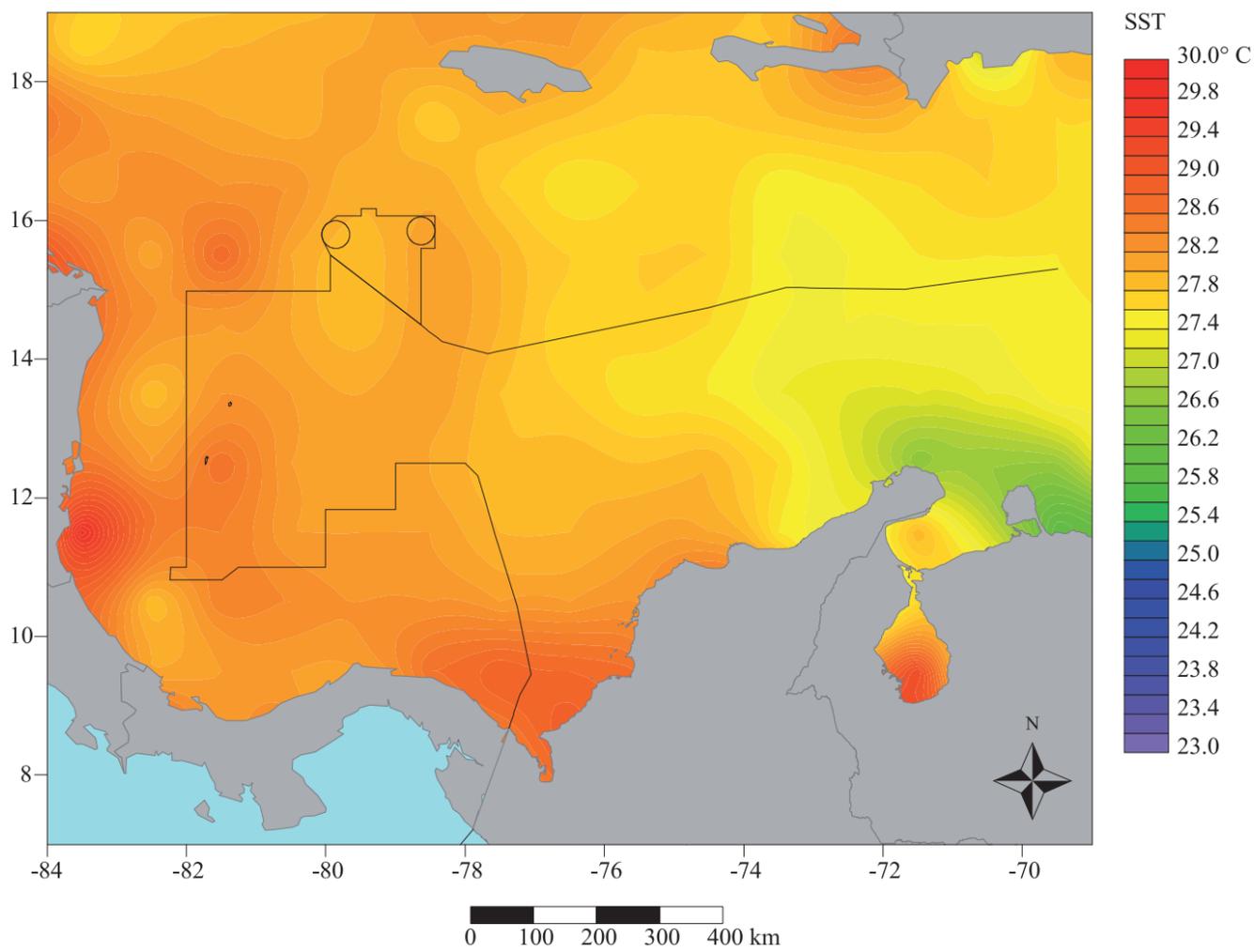
➤ **Figura 38b**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe colombiano en el mes de mayo, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos "Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product".

➤ **Figura 39**

Valor promedio del periodo corregido de las olas para el mes de mayo, escala en s; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".



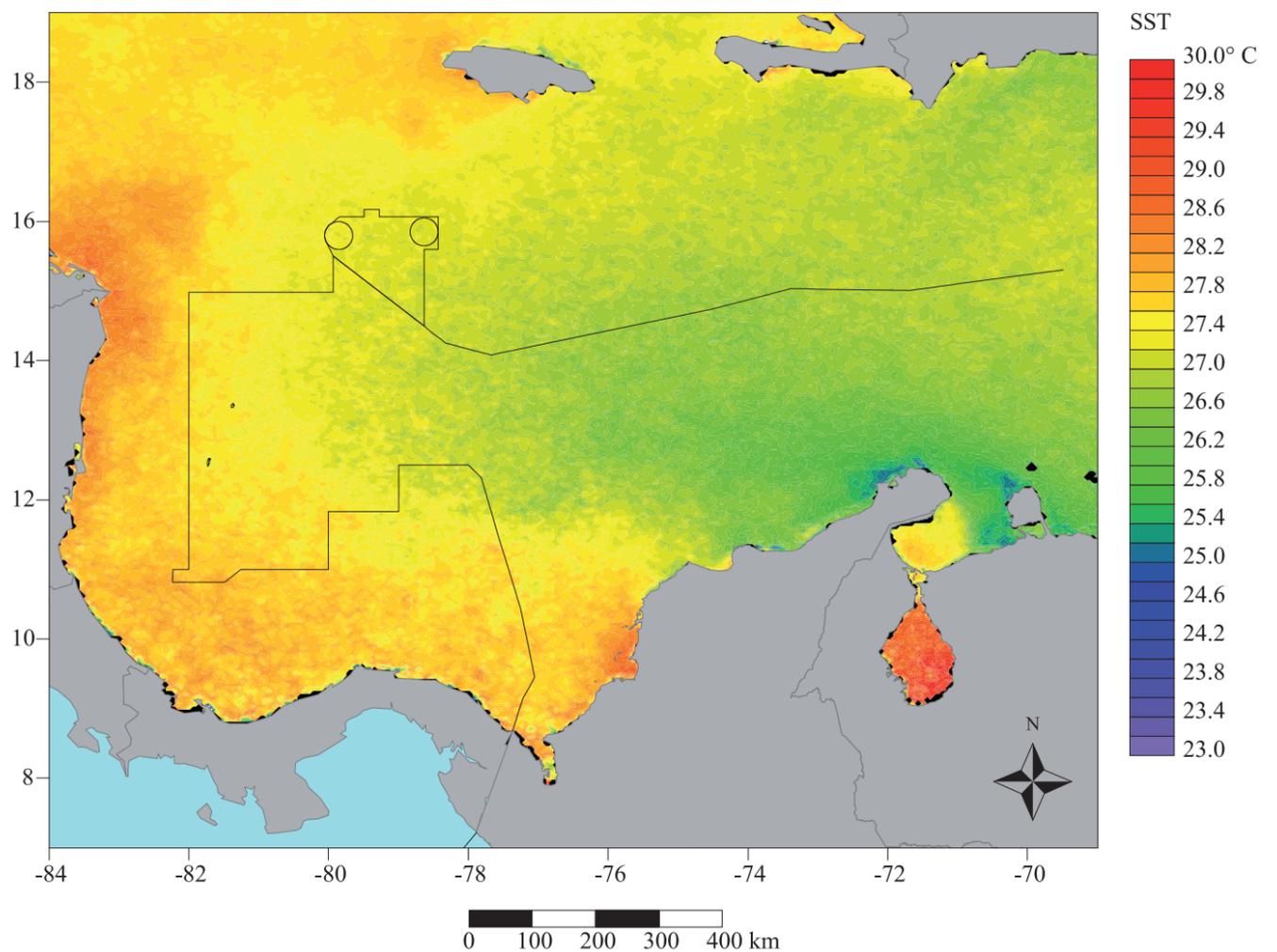


➤ **Figura 40**

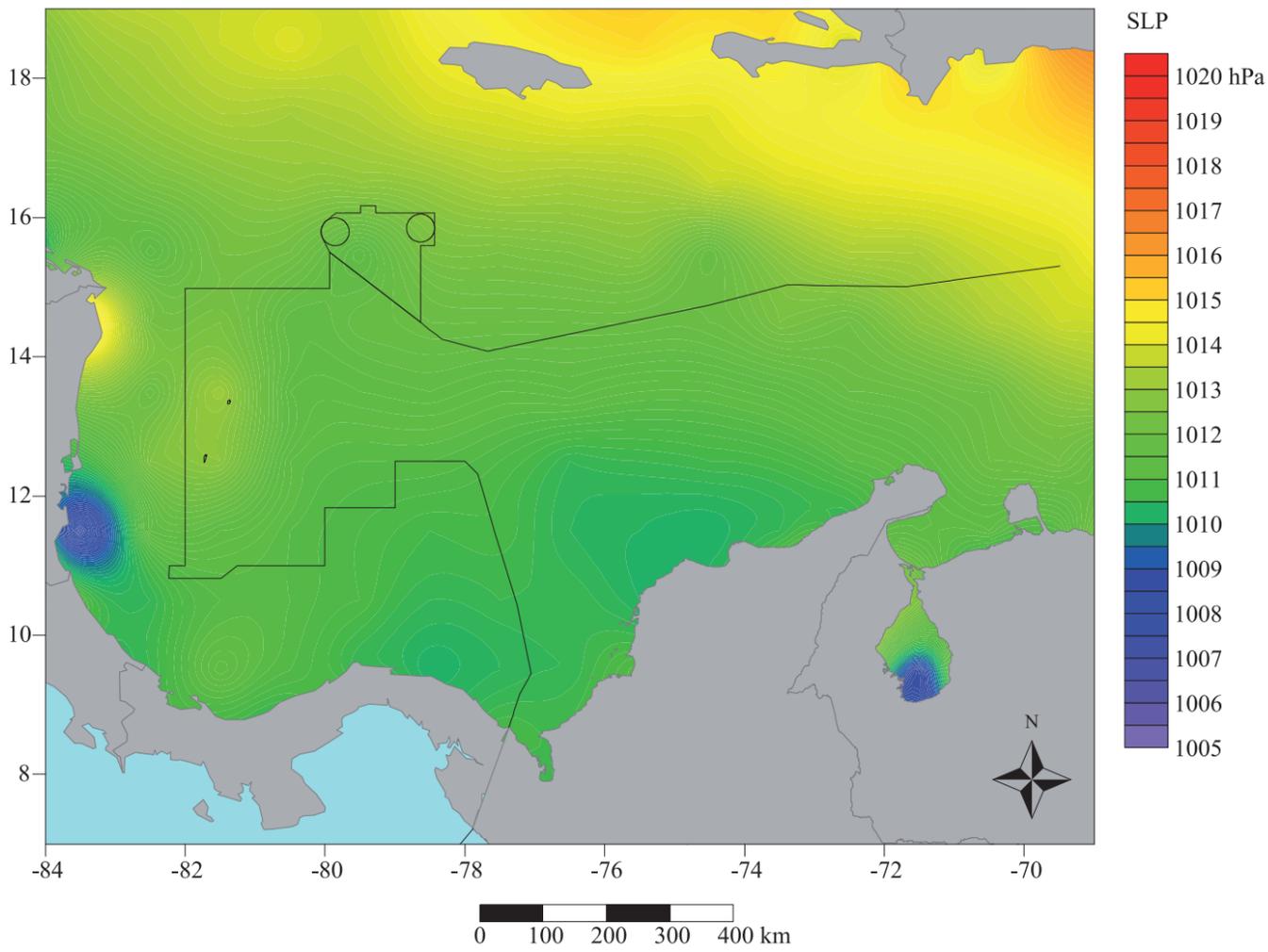
Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de mayo, escala en °C; resolución de la malla de cálculo 1° × 1°. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 41**

Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de mayo, escala en °C, resolución 4 km × 4 km. Observaciones por satélite para el periodo incluido entre 1 de septiembre de 1981 y el 31 de diciembre de 2007; base de datos “Noaa Pathfinder version 5”.



JUNIO

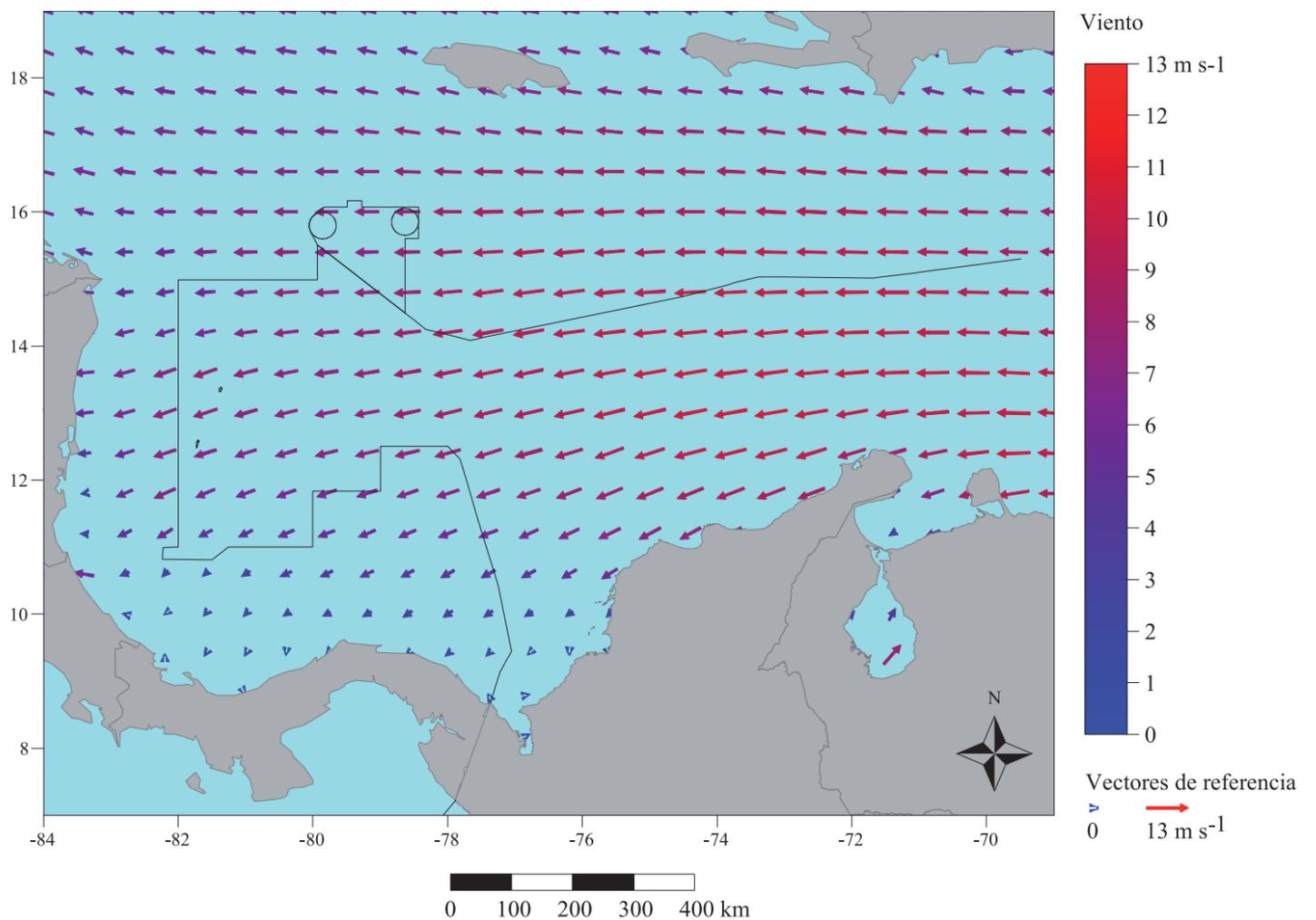


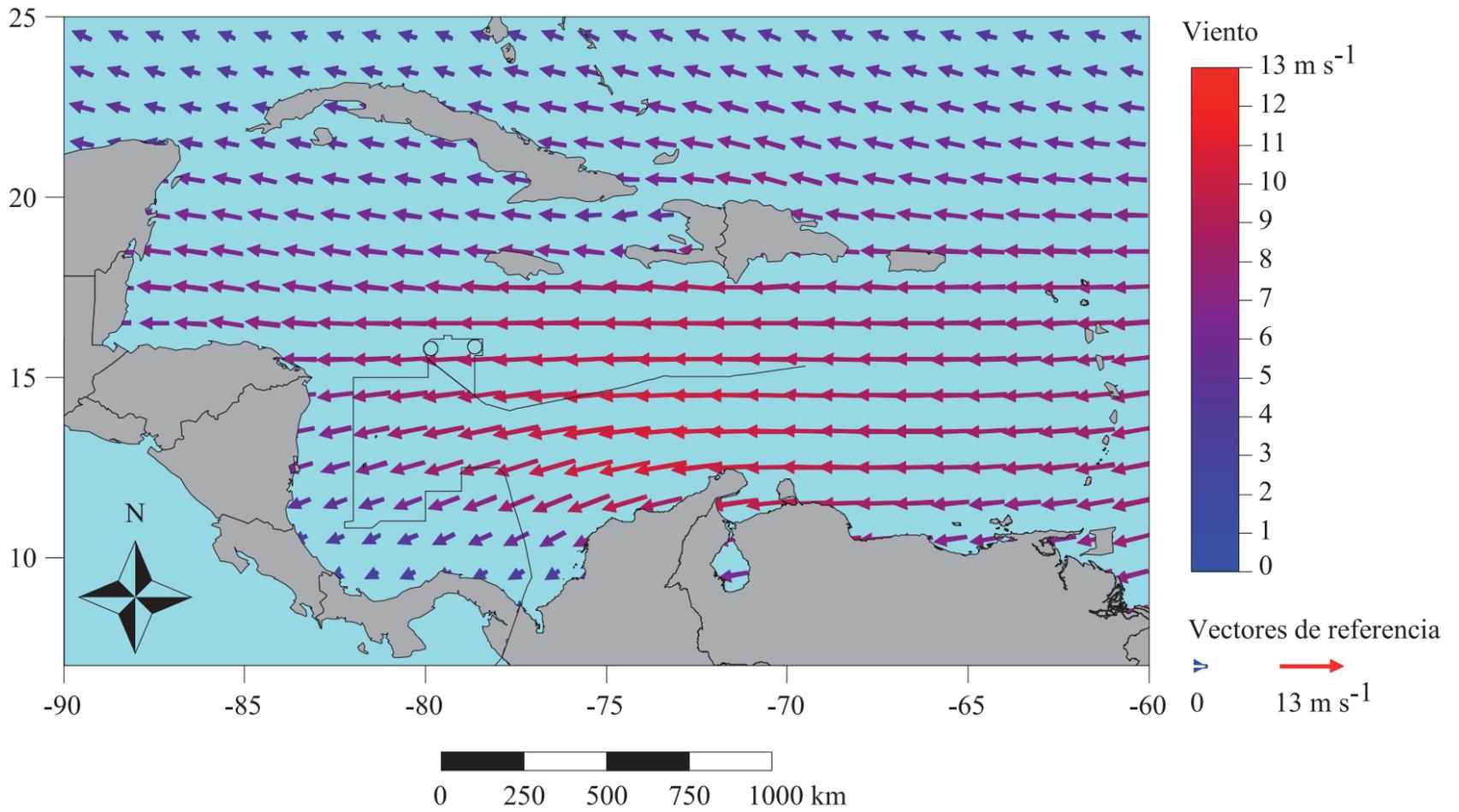
➤ **Figura 42**

Valor promedio de la presión atmosférica reducida al nivel del mar para el mes de junio, escala en hPa; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".

➤ **Figura 43**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el mes de junio, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".



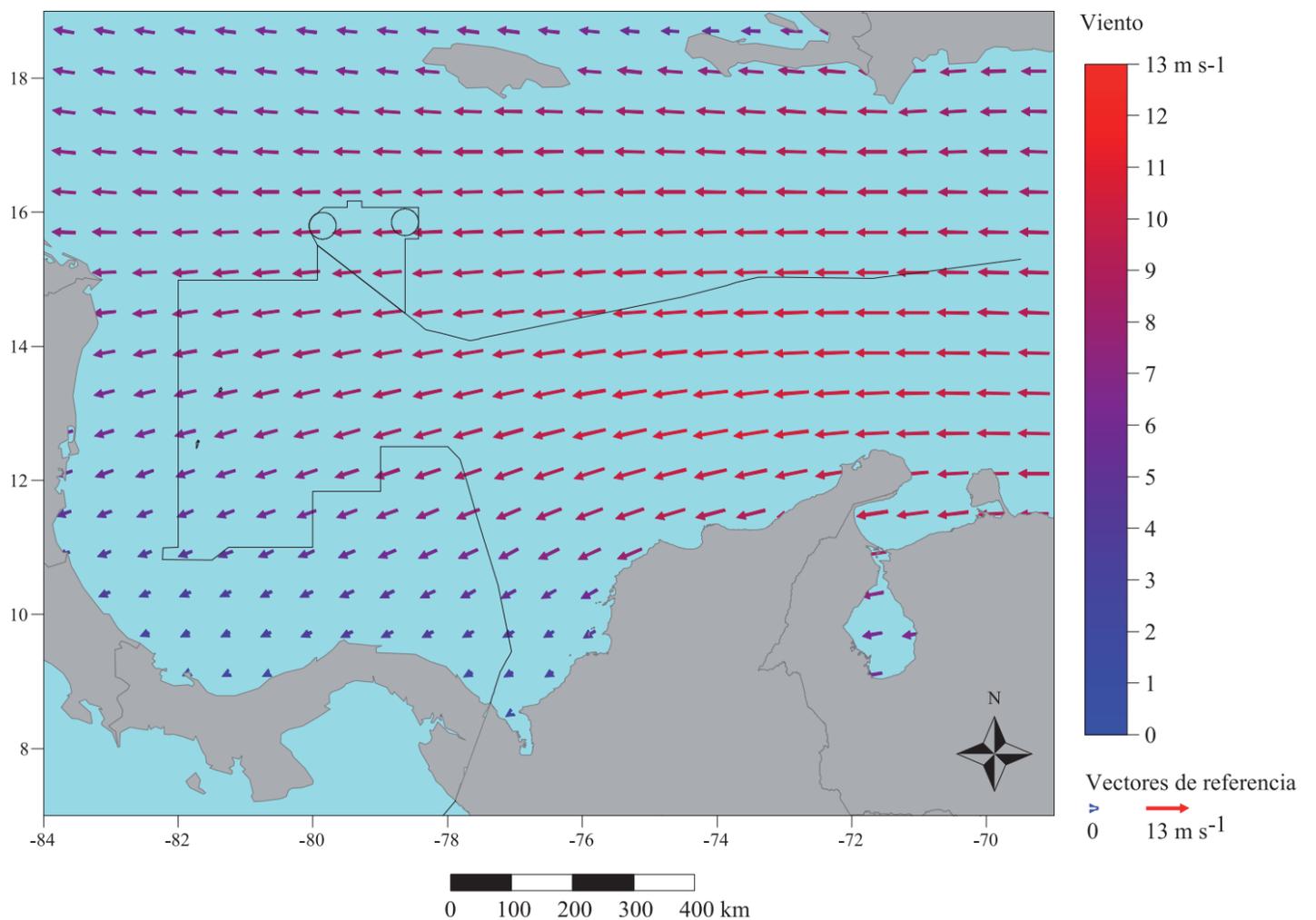


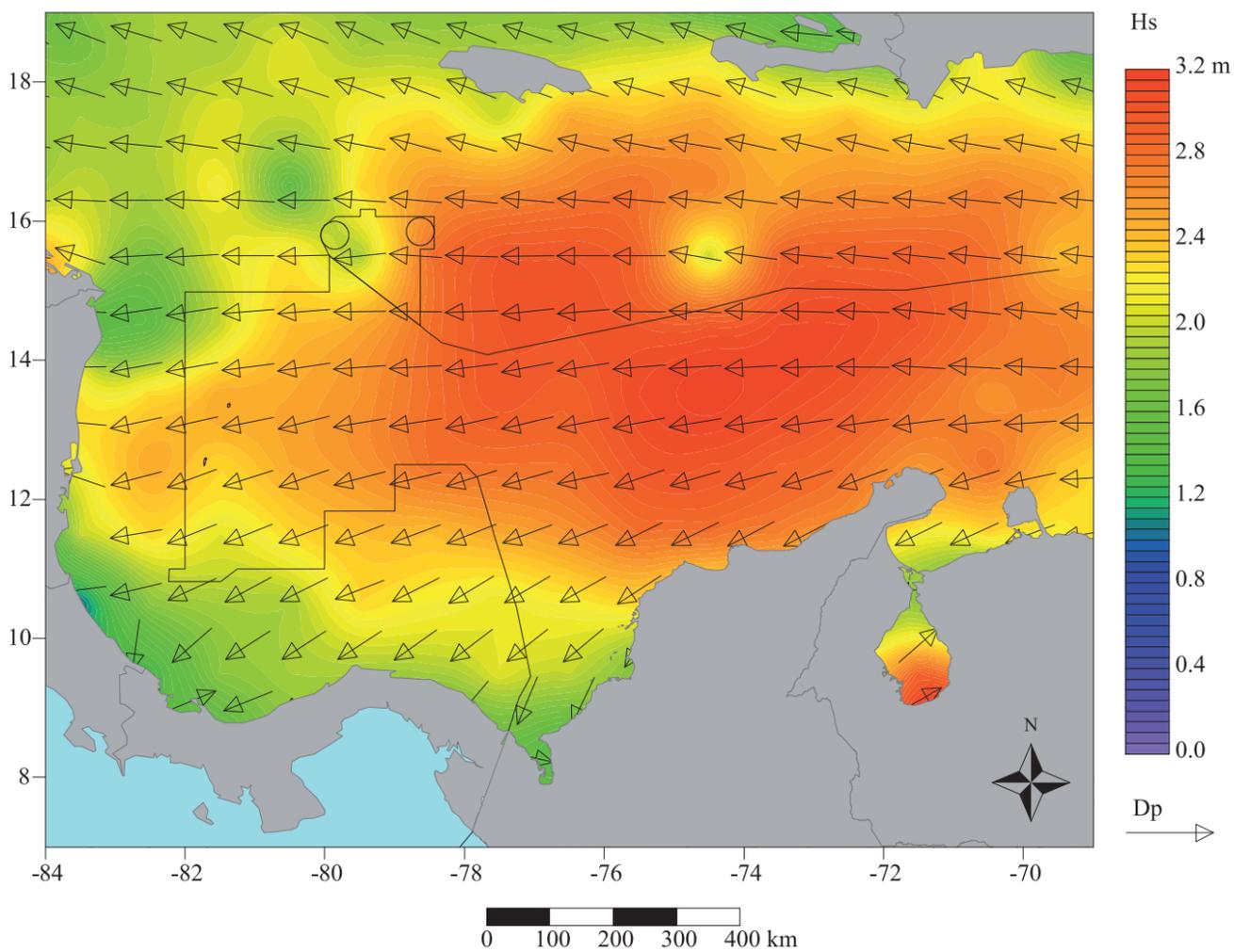
➤ **Figura 44a**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe en el mes de junio, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT Sea Winds”.

➤ **Figura 44b**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe colombiano en el mes de junio, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT Sea Winds”.



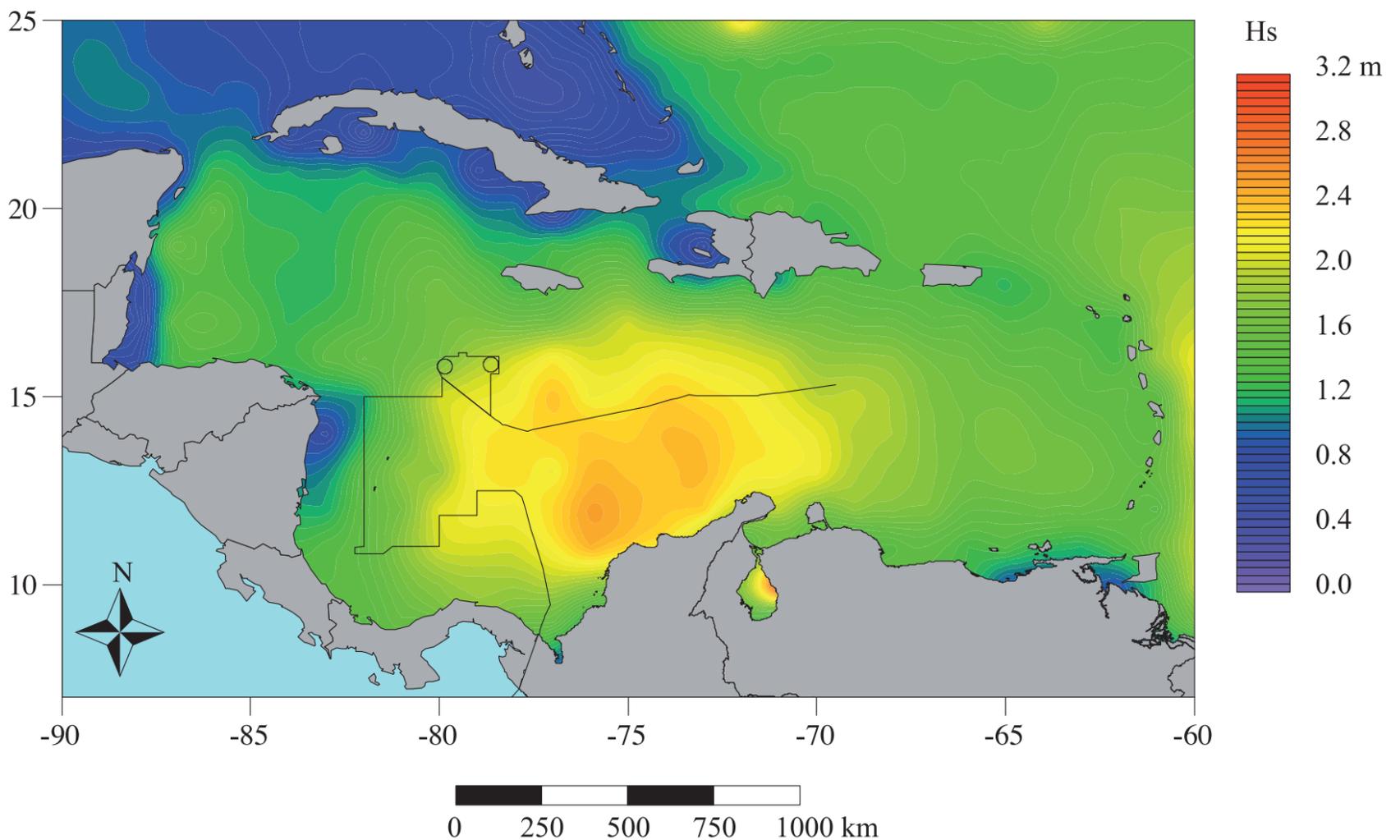


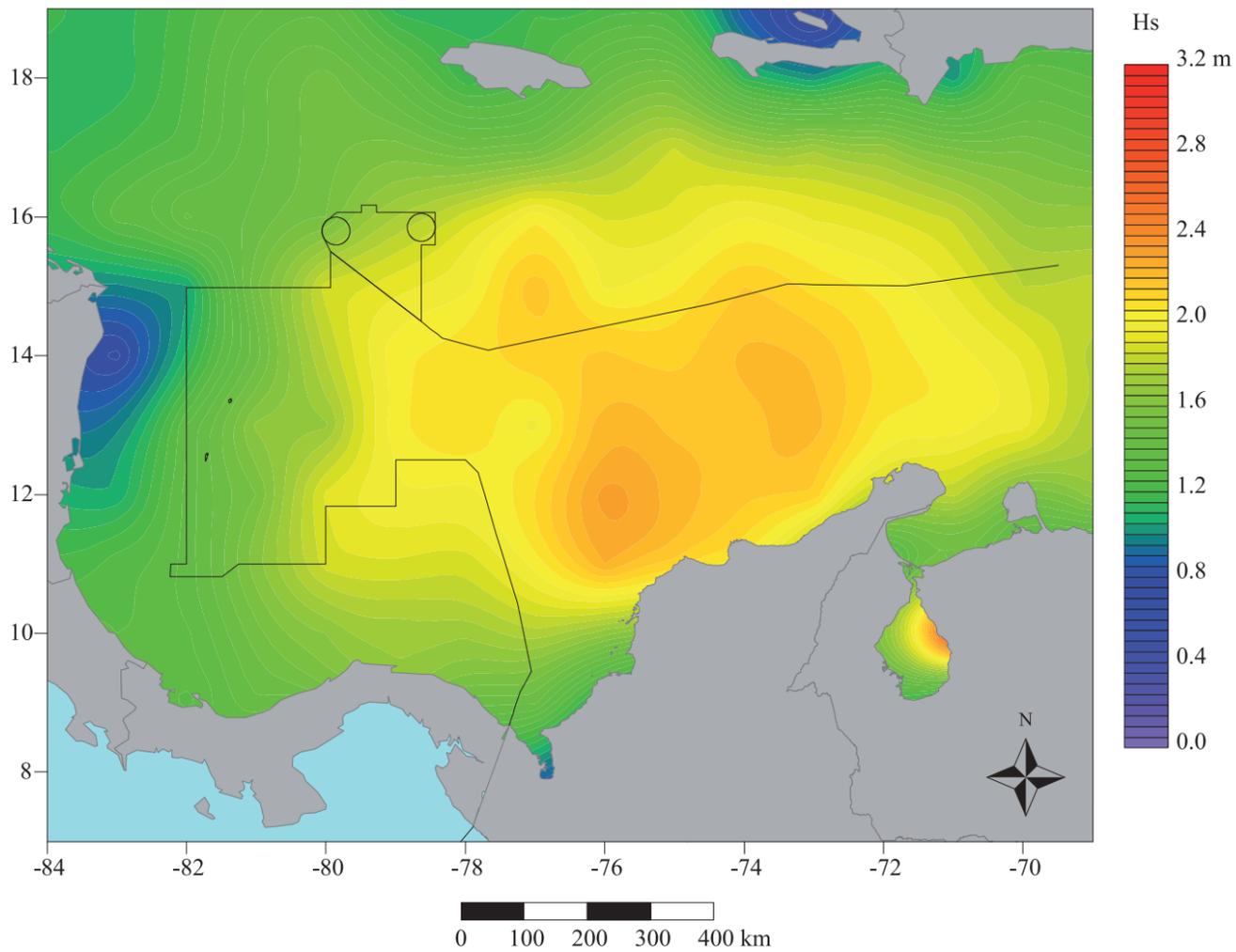
➤ **Figura 45**

Valor promedio de la altura significativa (Hs) de las olas, escala en m, y del valor promedio de la dirección de las olas para el mes de junio; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008. Base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 46a**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe en el mes de junio, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.



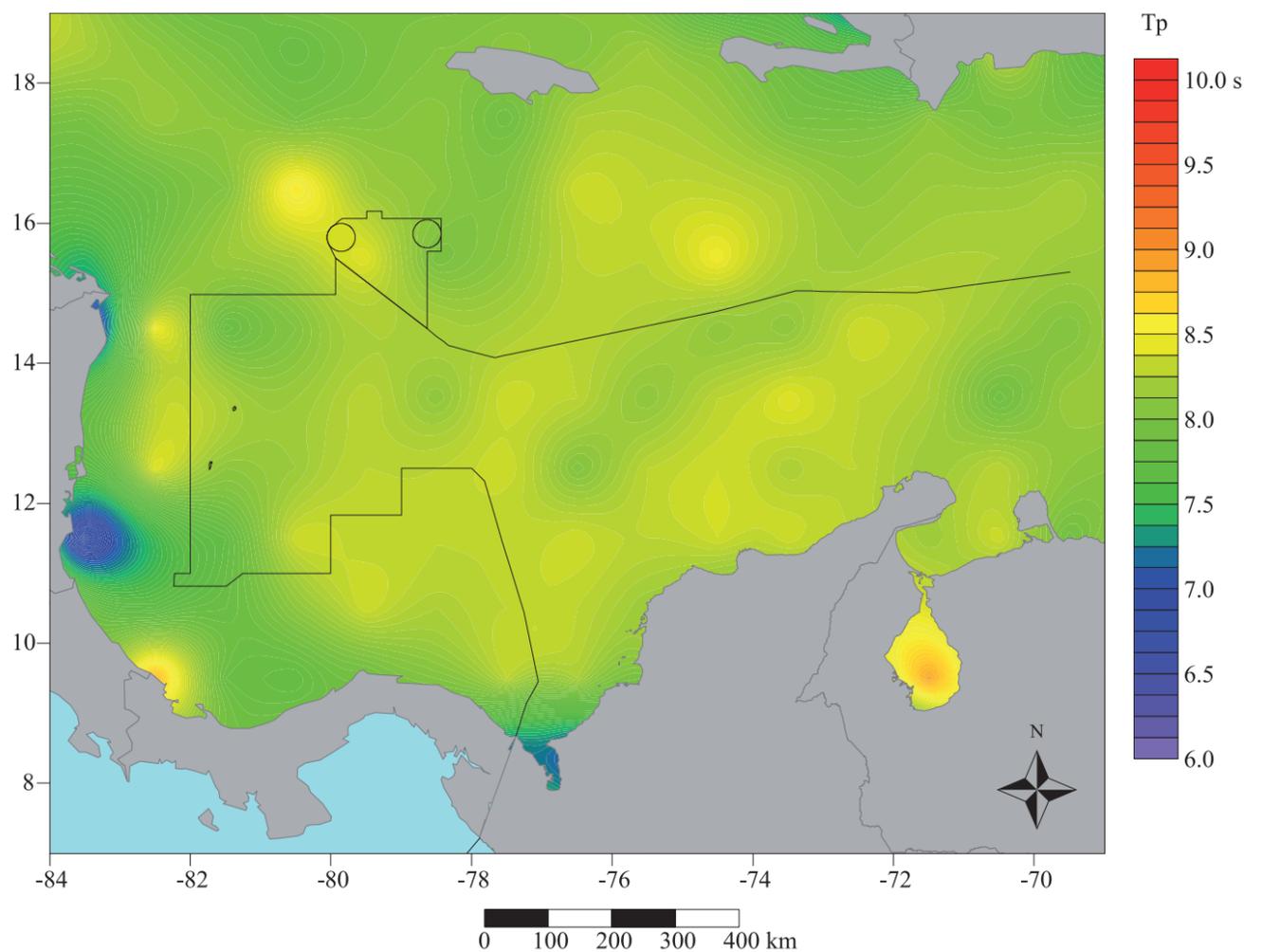


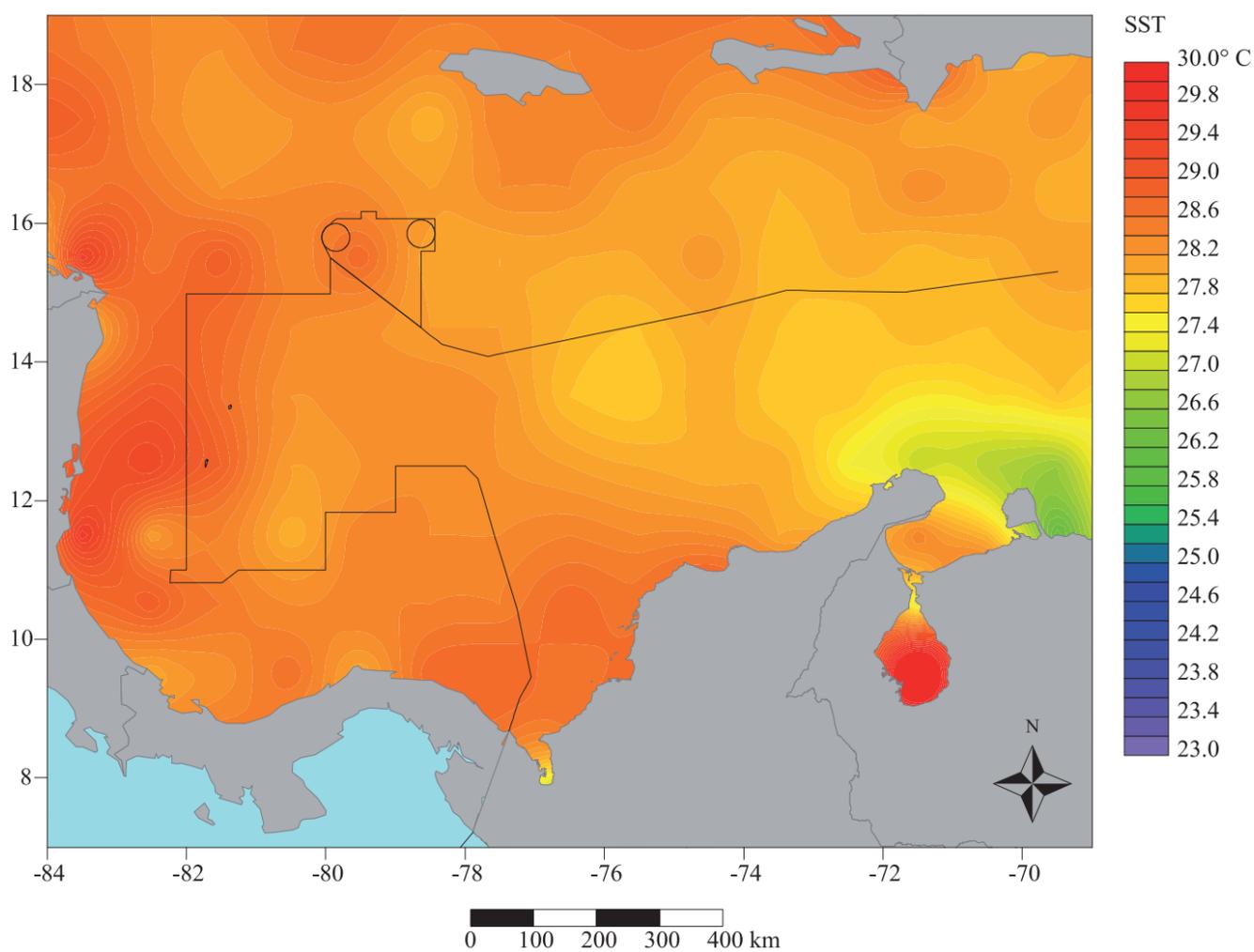
➤ **Figura 46b**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe colombiano en el mes de junio, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.

➤ **Figura 47**

Valor promedio del periodo corregido de las olas para el mes de junio, escala en s; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.



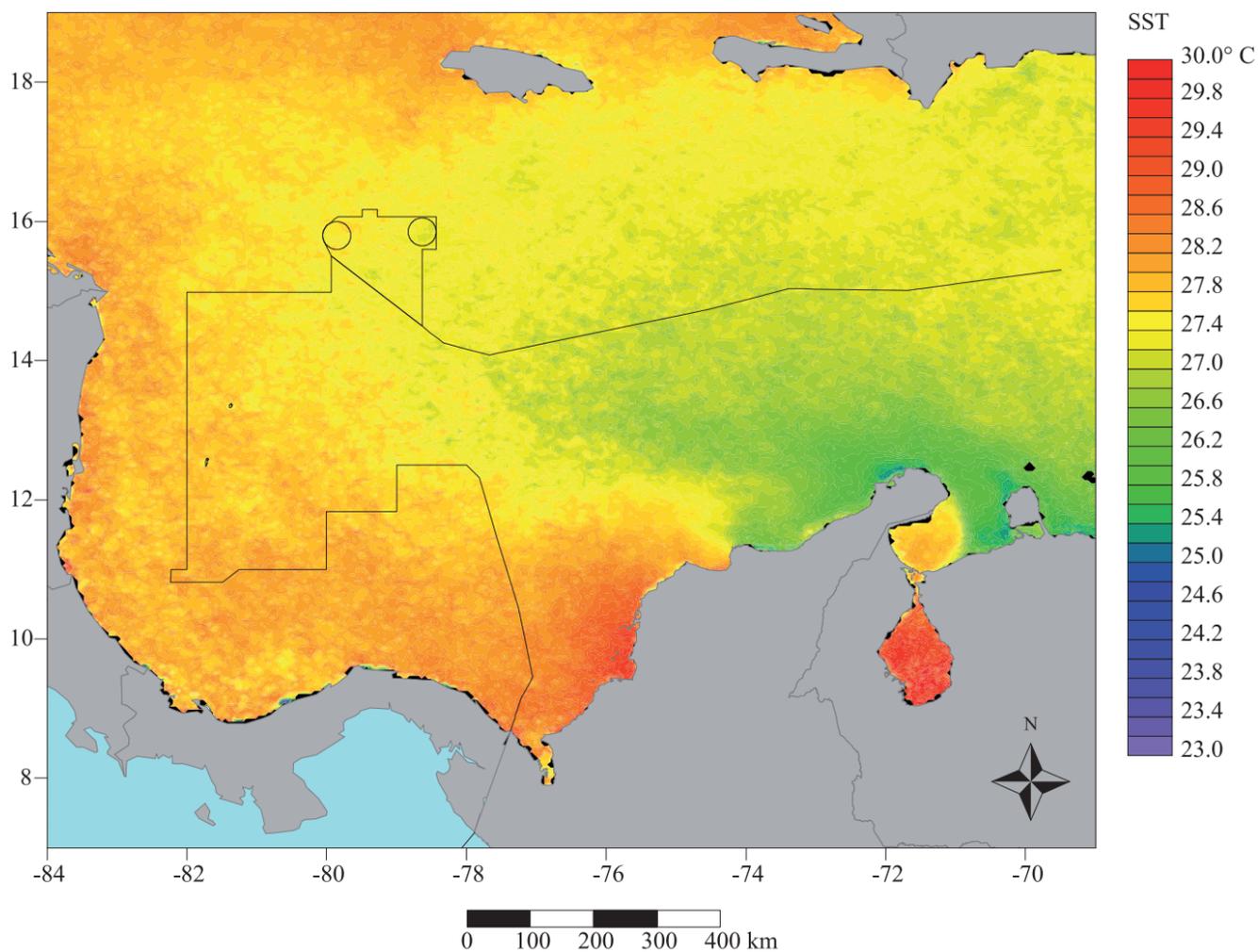


➤ **Figura 48**

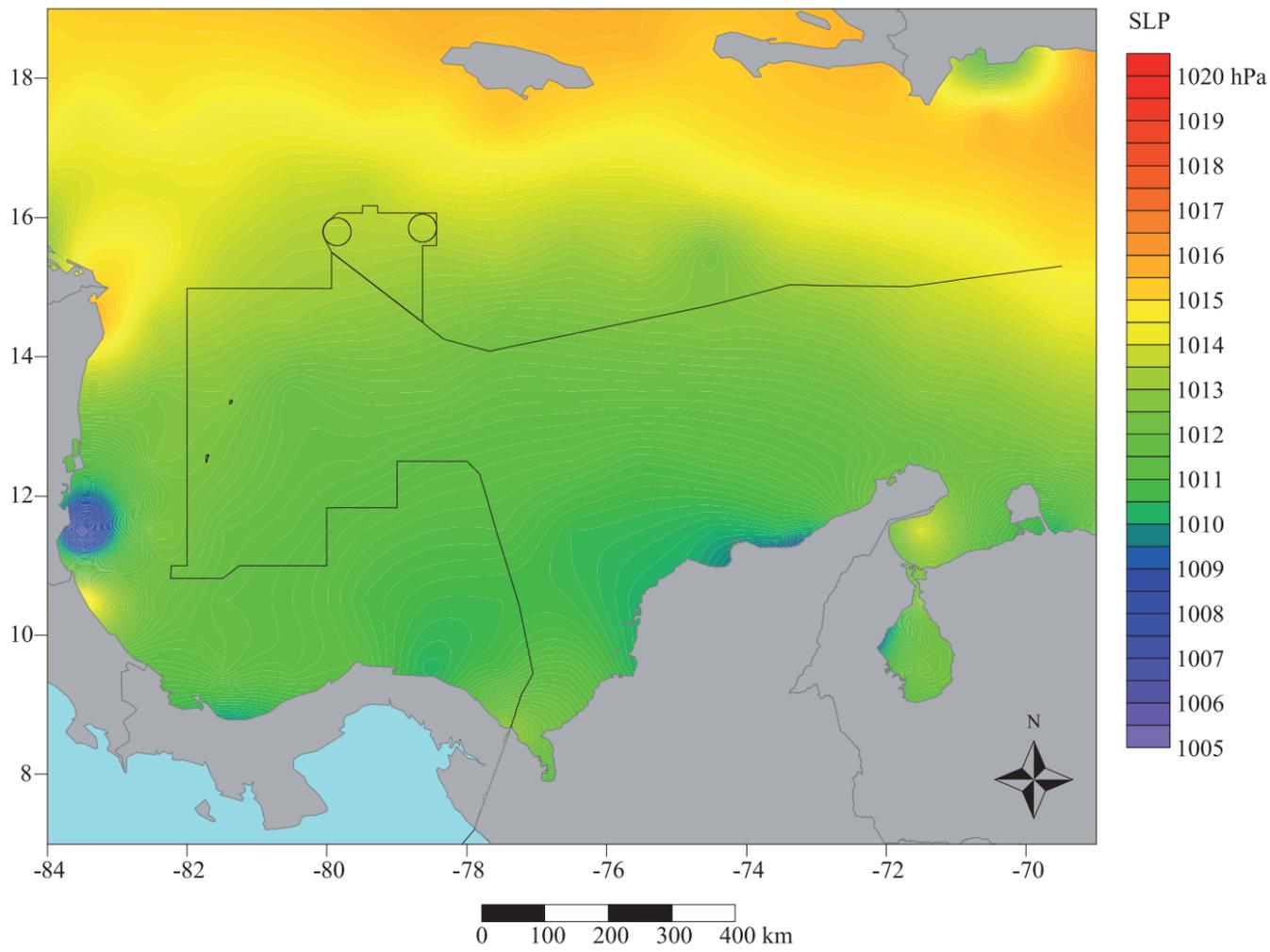
Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de junio, escala en °C; resolución de la malla de cálculo 1° × 1°. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 49**

Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de junio, escala en °C, resolución 4 km × 4 km. Observaciones por satélite para el periodo incluido entre 1 de septiembre de 1981 y el 31 de diciembre de 2007; base de datos “Noaa Pathfinder version 5”.



JULIO

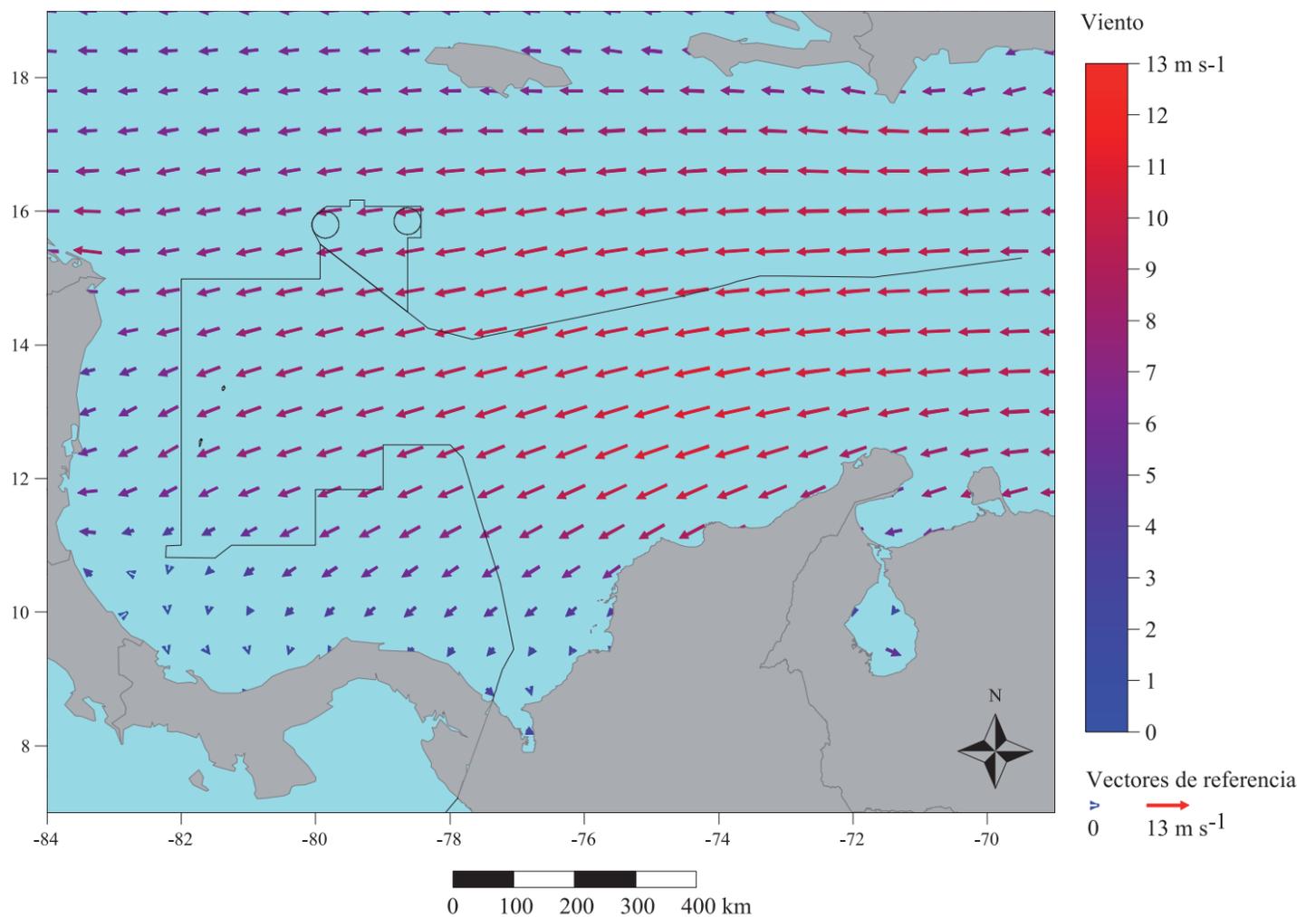


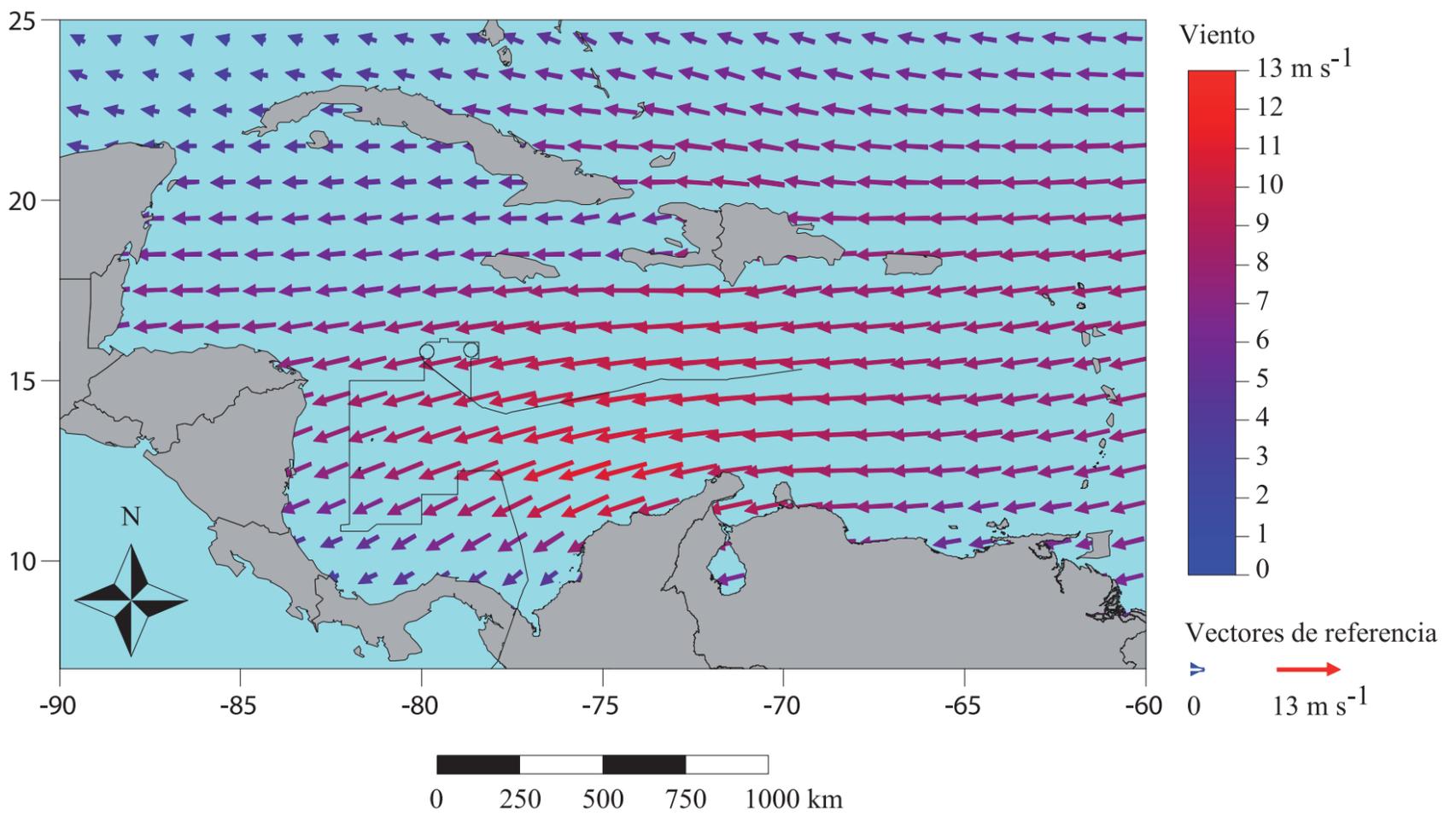
➤ **Figura 50**

Valor promedio de la presión atmosférica reducida al nivel del mar para el mes de julio, escala en hPa; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 51**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el mes de julio, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.



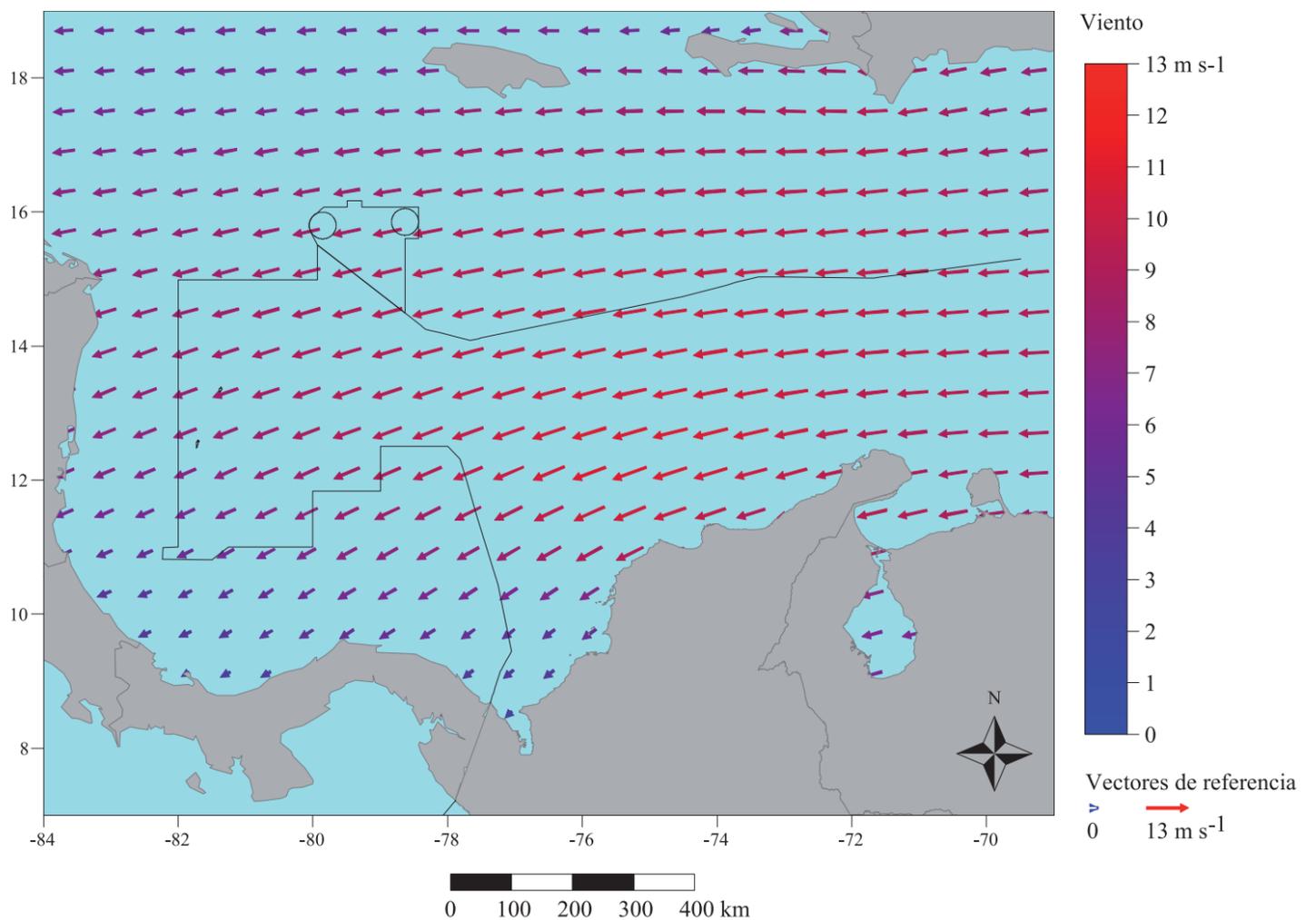


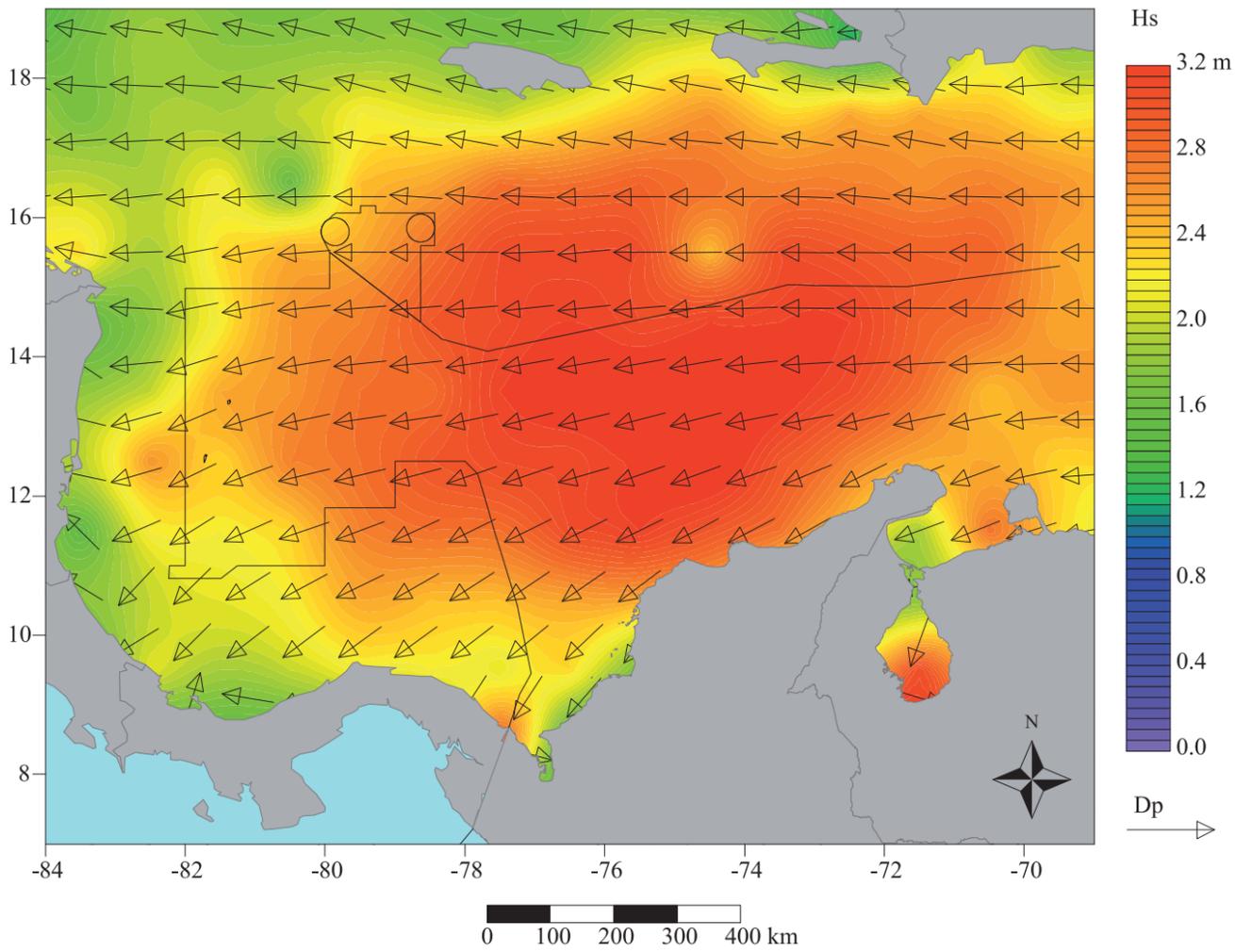
➤ **Figura 52a**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe en el mes de julio, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT SeaWinds”.

➤ **Figura 52b**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe colombiano en el mes de julio, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT SeaWinds”.



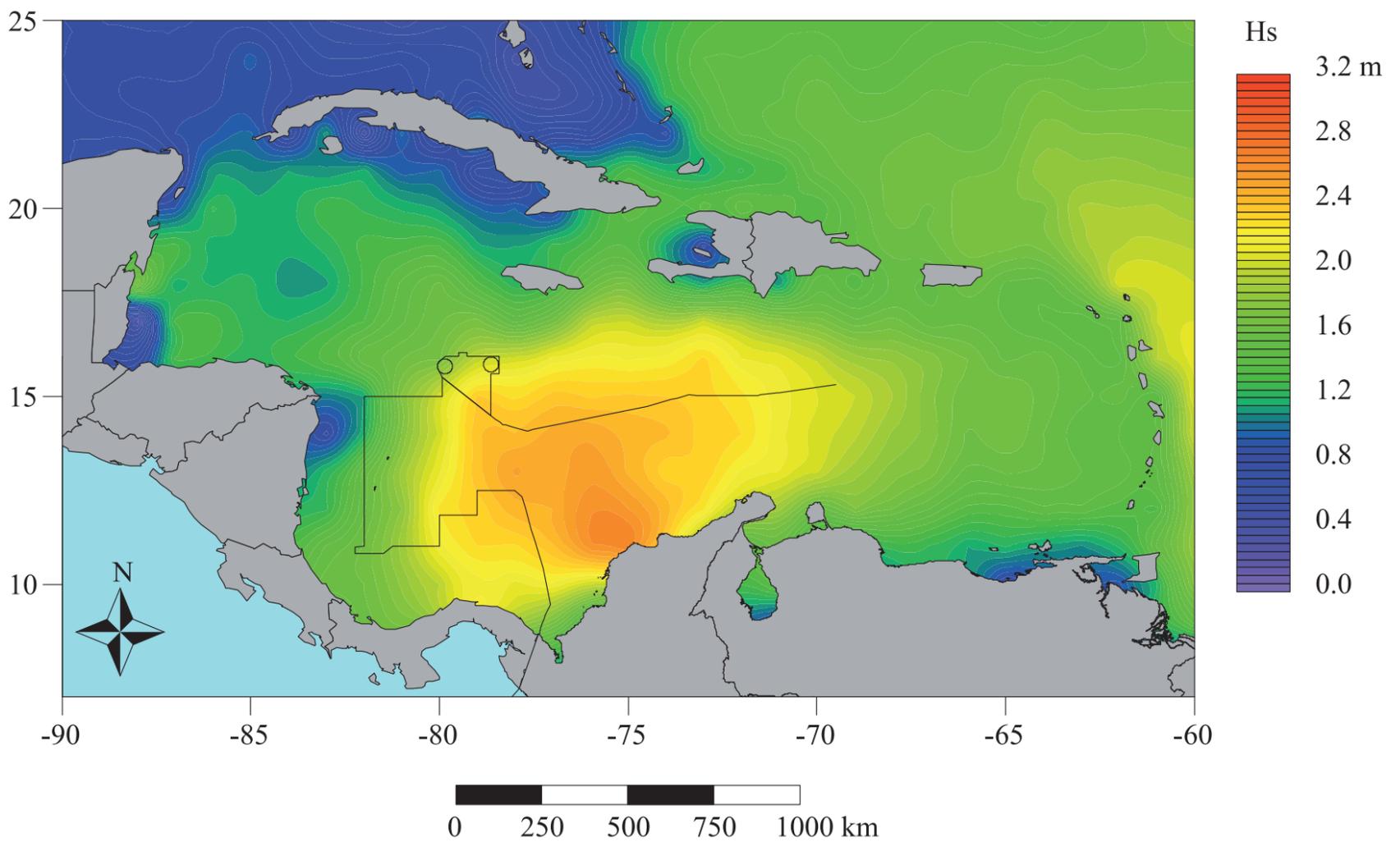


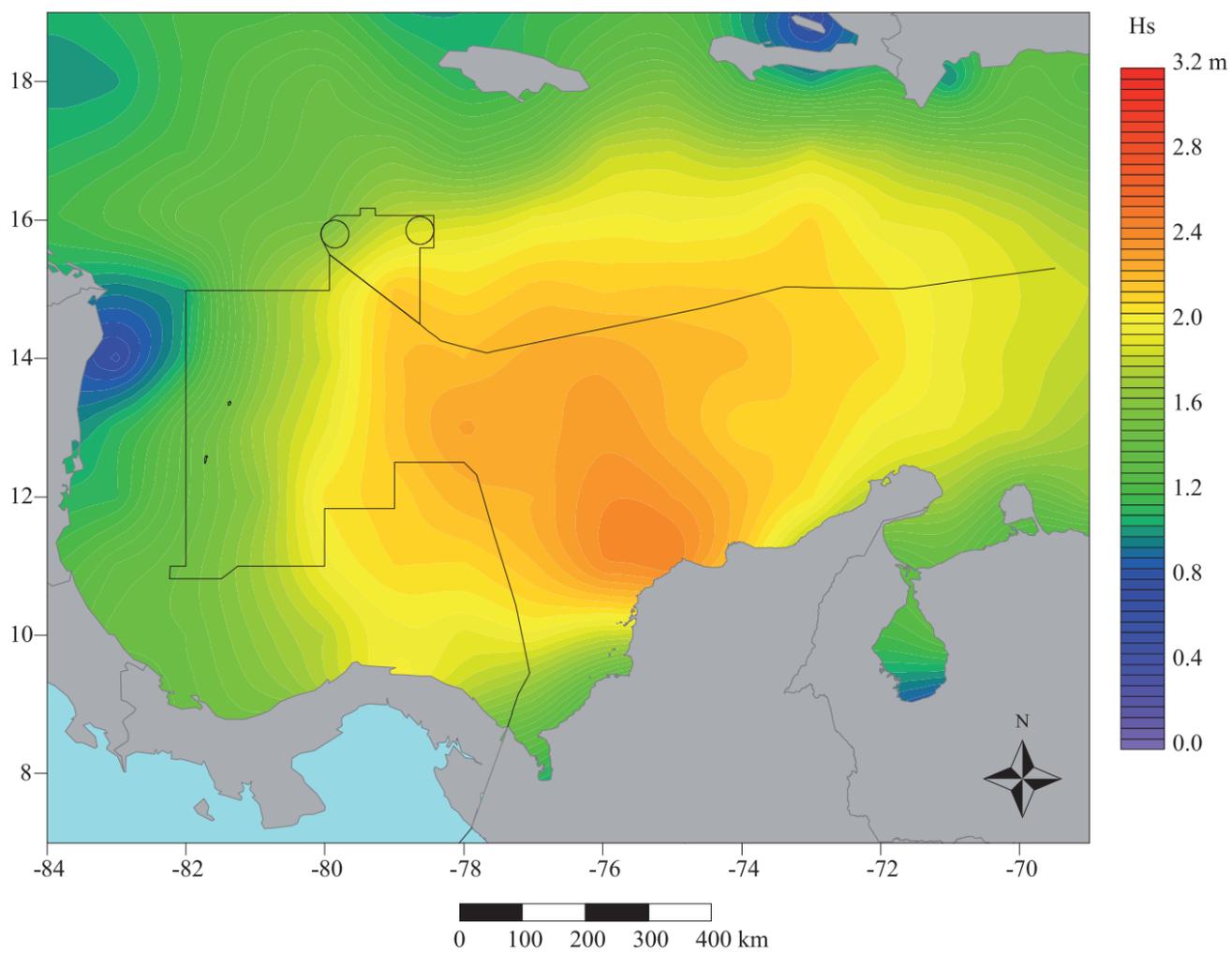
➤ **Figura 53**

Valor promedio de la altura significativa (Hs) de las olas, escala en m, y del valor promedio de la dirección de las olas para el mes de julio; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008. Base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 54a**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe en el mes de julio, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.



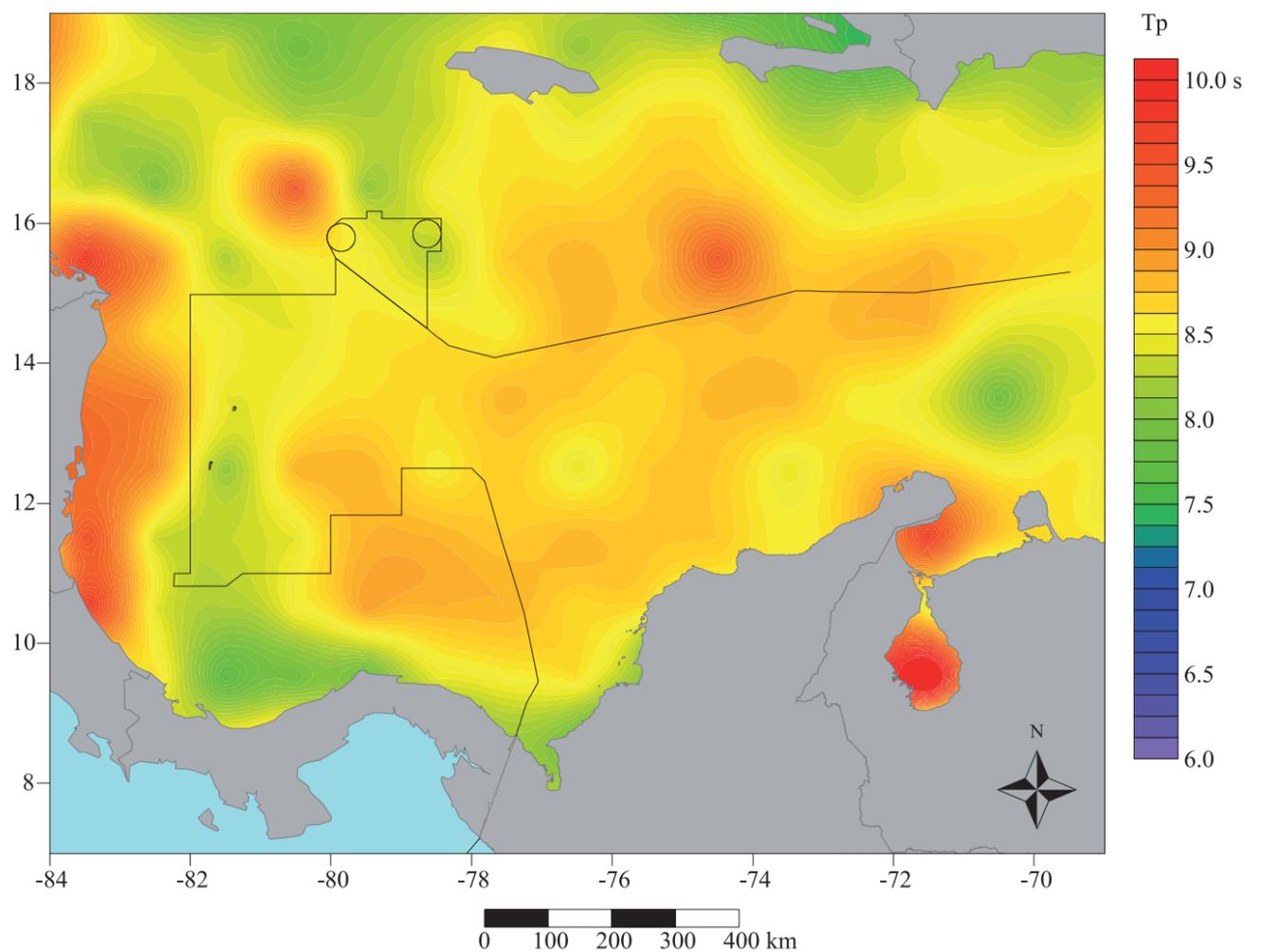


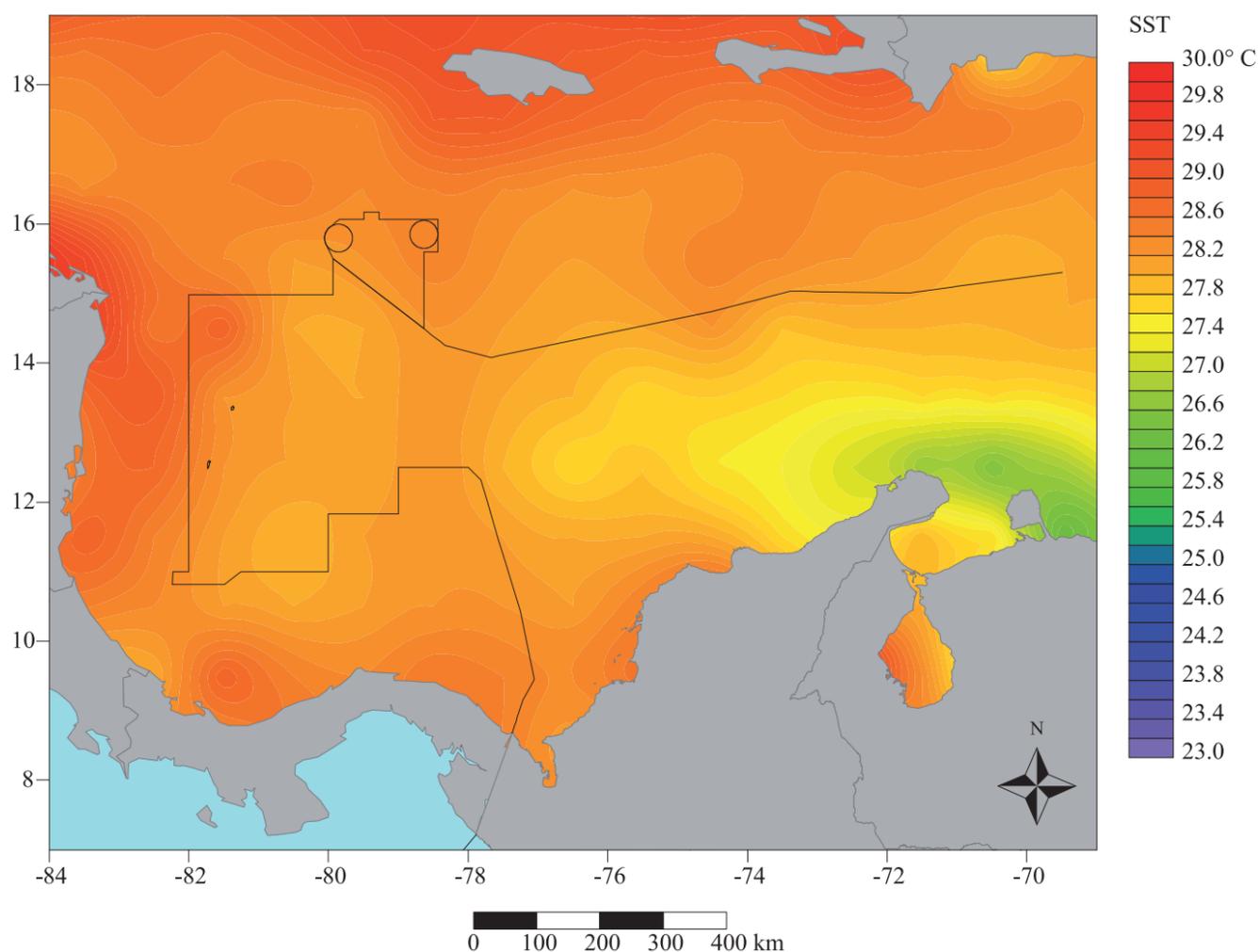
➤ **Figura 54b**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe colombiano en el mes de julio, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.

➤ **Figura 55**

Valor promedio del periodo corregido de las olas para el mes de julio, escala en s; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.



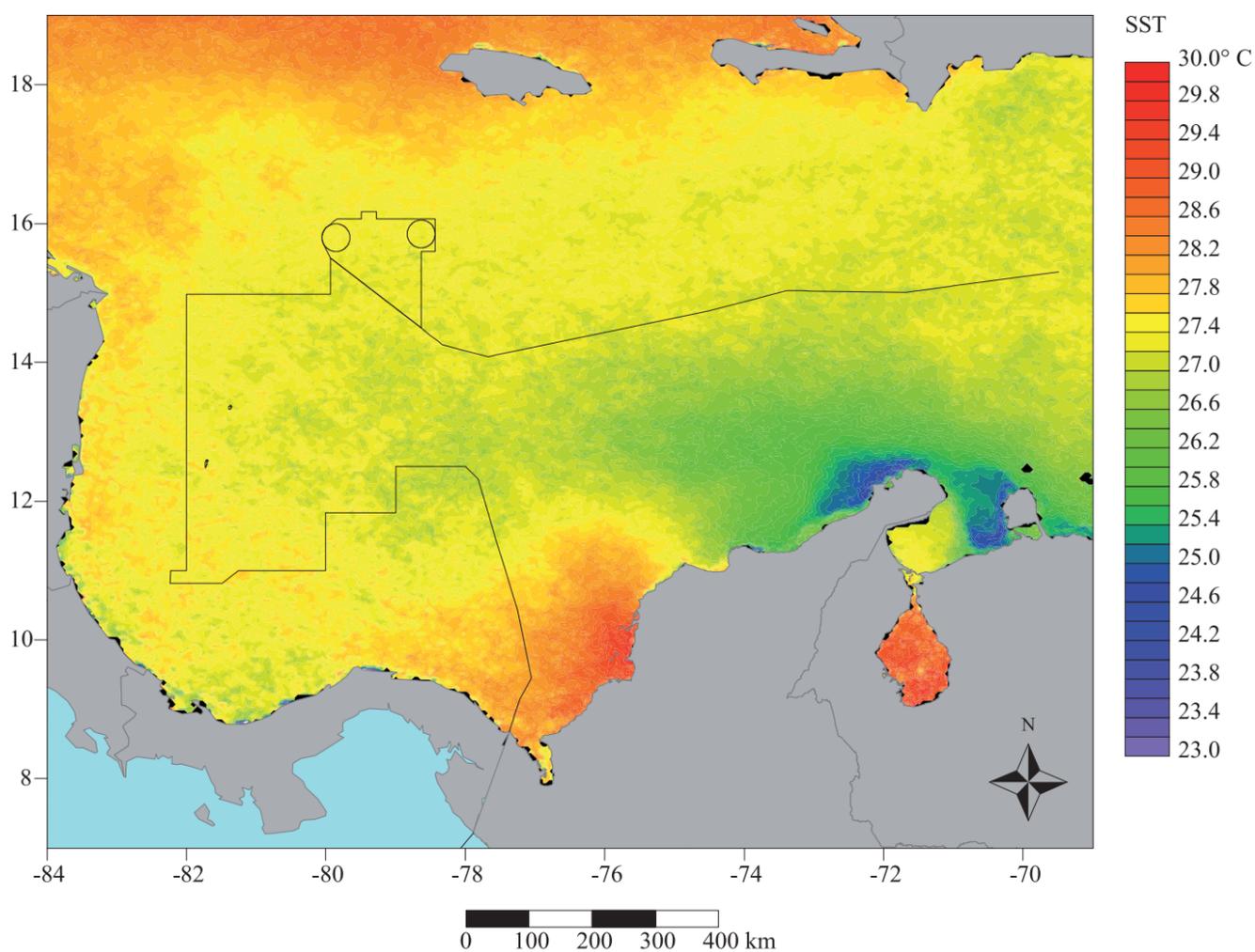


➤ **Figura 56**

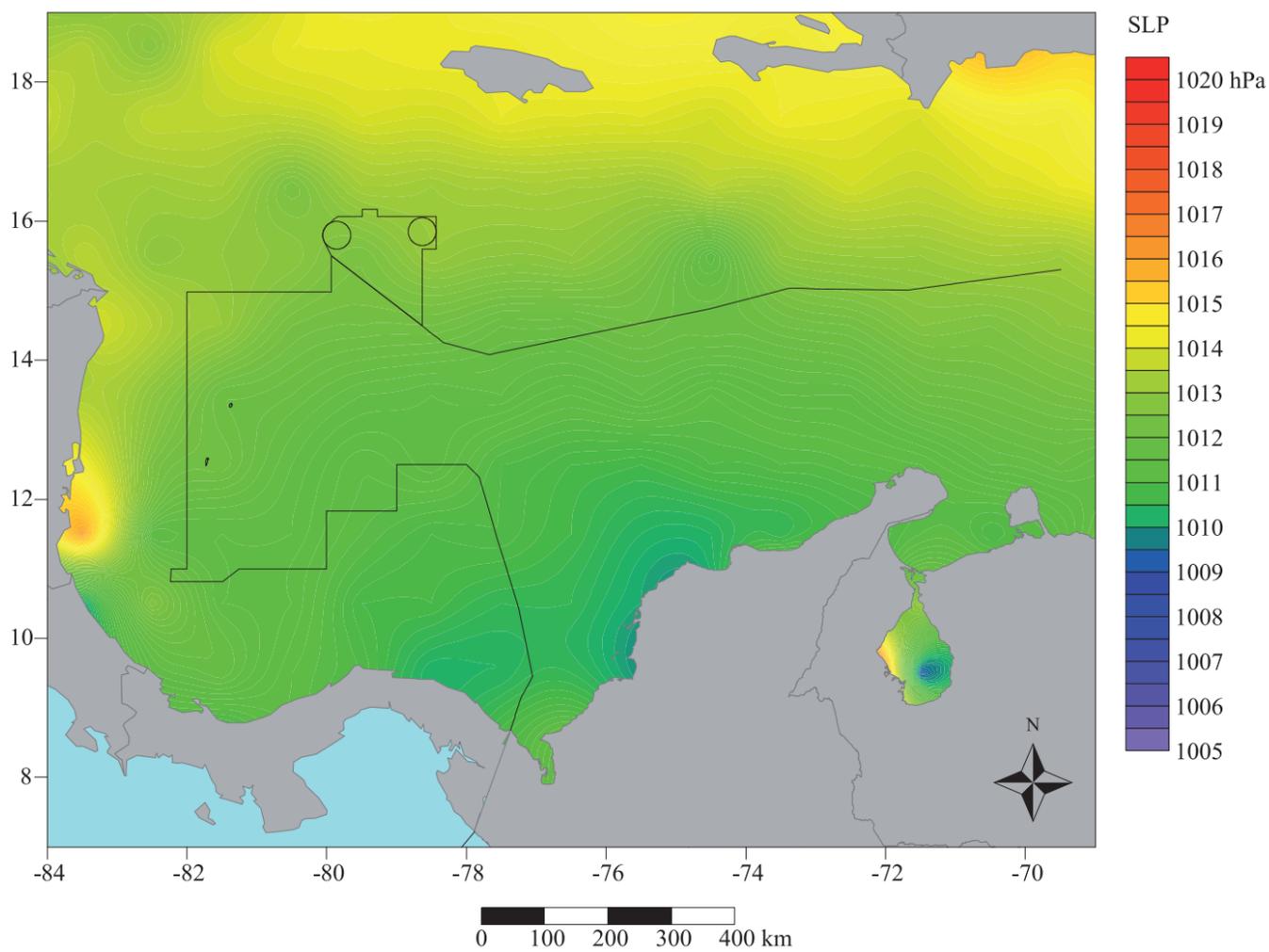
Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de julio, escala en °C; resolución de la malla de cálculo 1° × 1°. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 57**

Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de julio, escala en °C, resolución 4 km × 4 km. Observaciones por satélite para el periodo incluido entre 1 de septiembre de 1981 y el 31 de diciembre de 2007; base de datos “Noaa Pathfinder version 5”.



AGOSTO

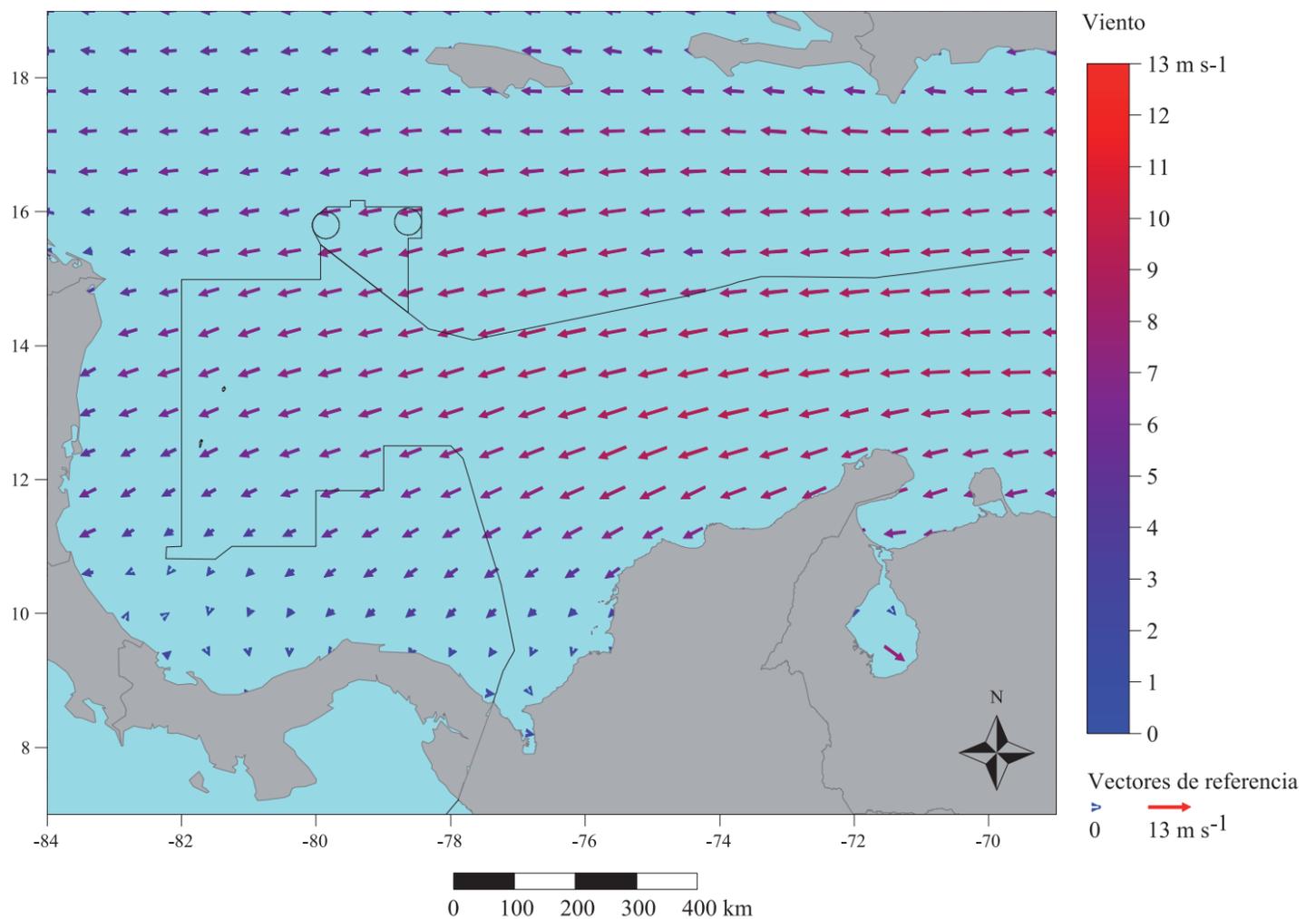


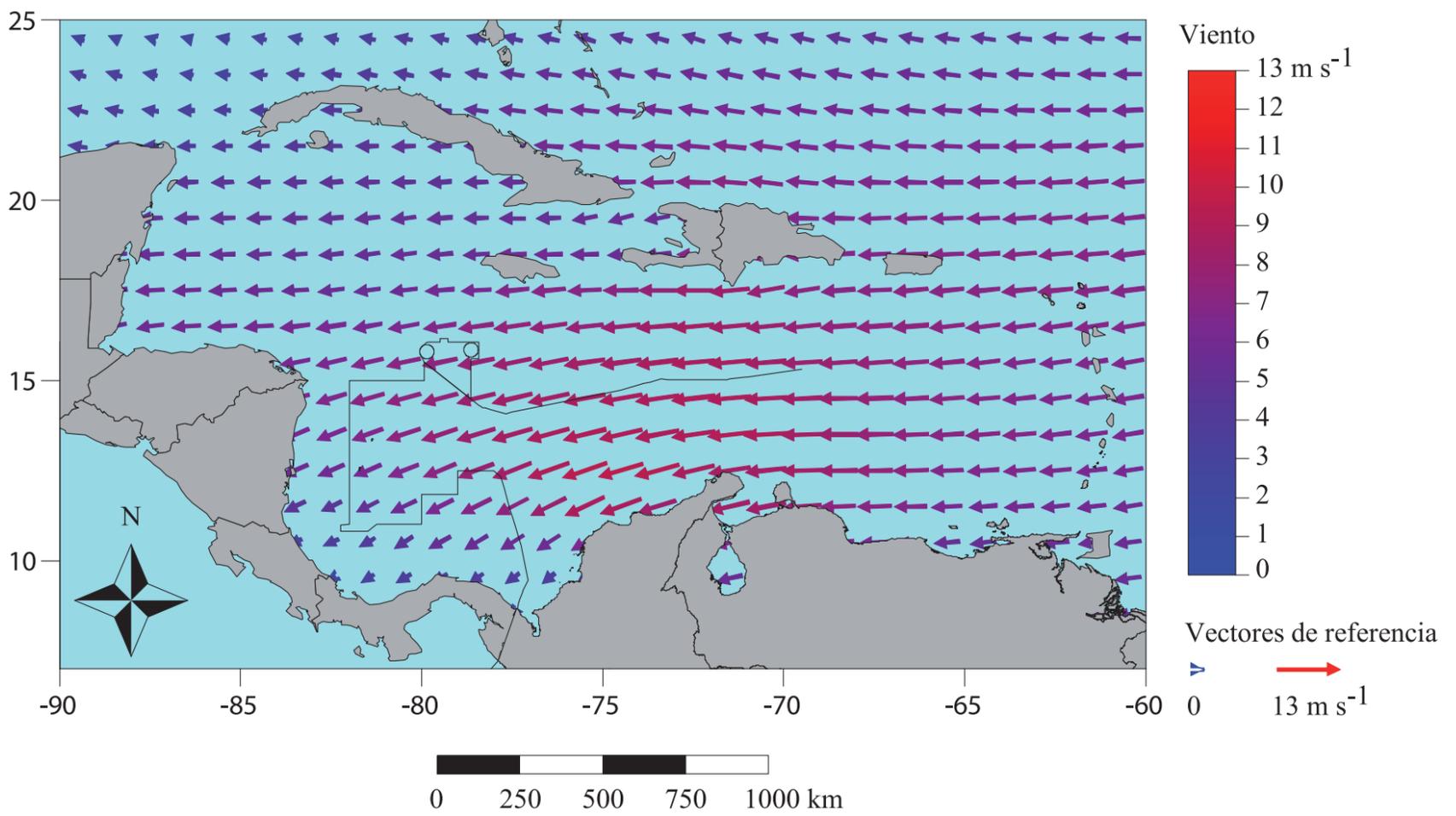
➤ **Figura 58**

Valor promedio de la presión atmosférica reducida al nivel del mar para el mes de agosto, escala en hPa; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".

➤ **Figura 59**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el mes de agosto, escala en $m\ s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".



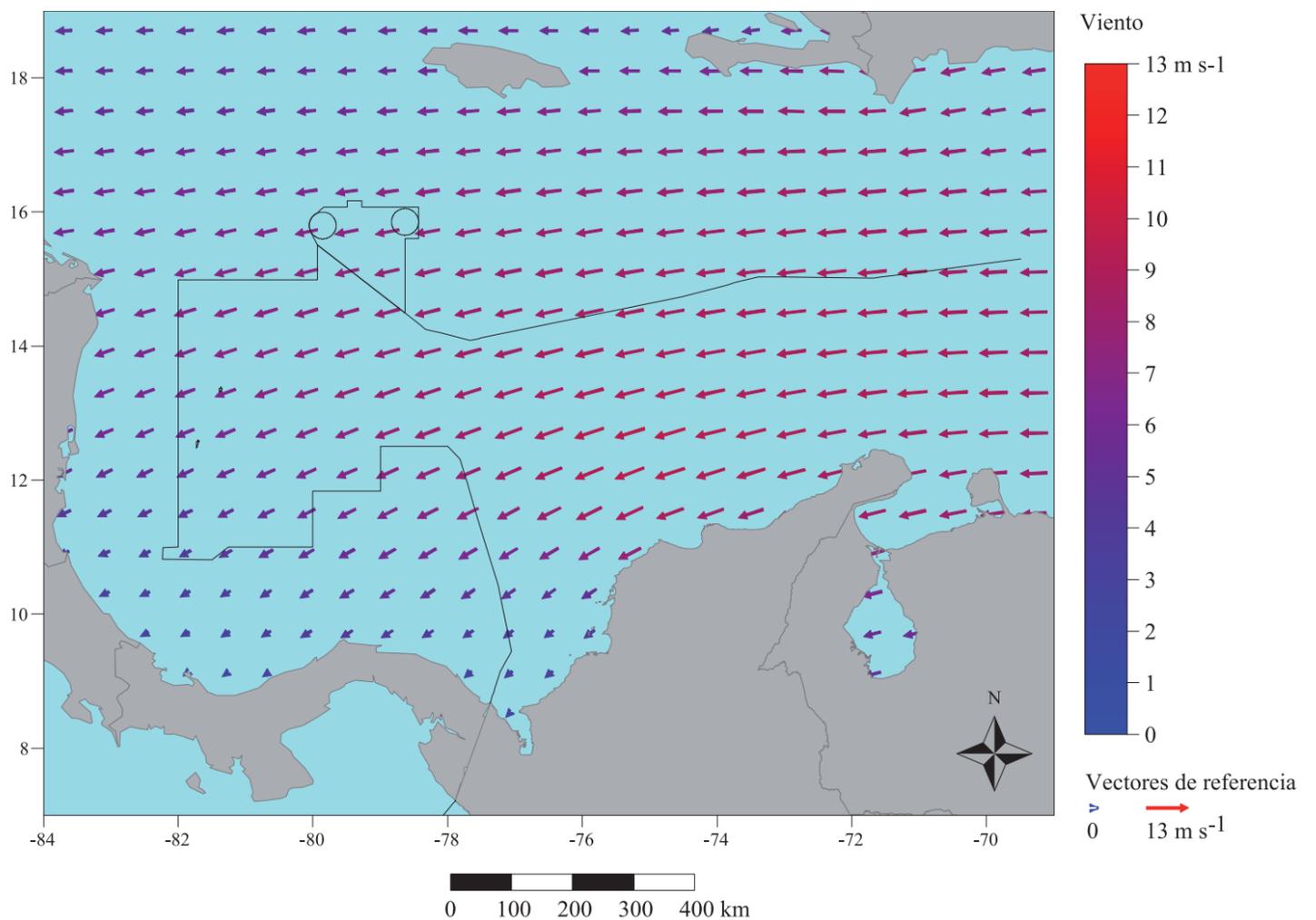


➤ **Figura 60a**

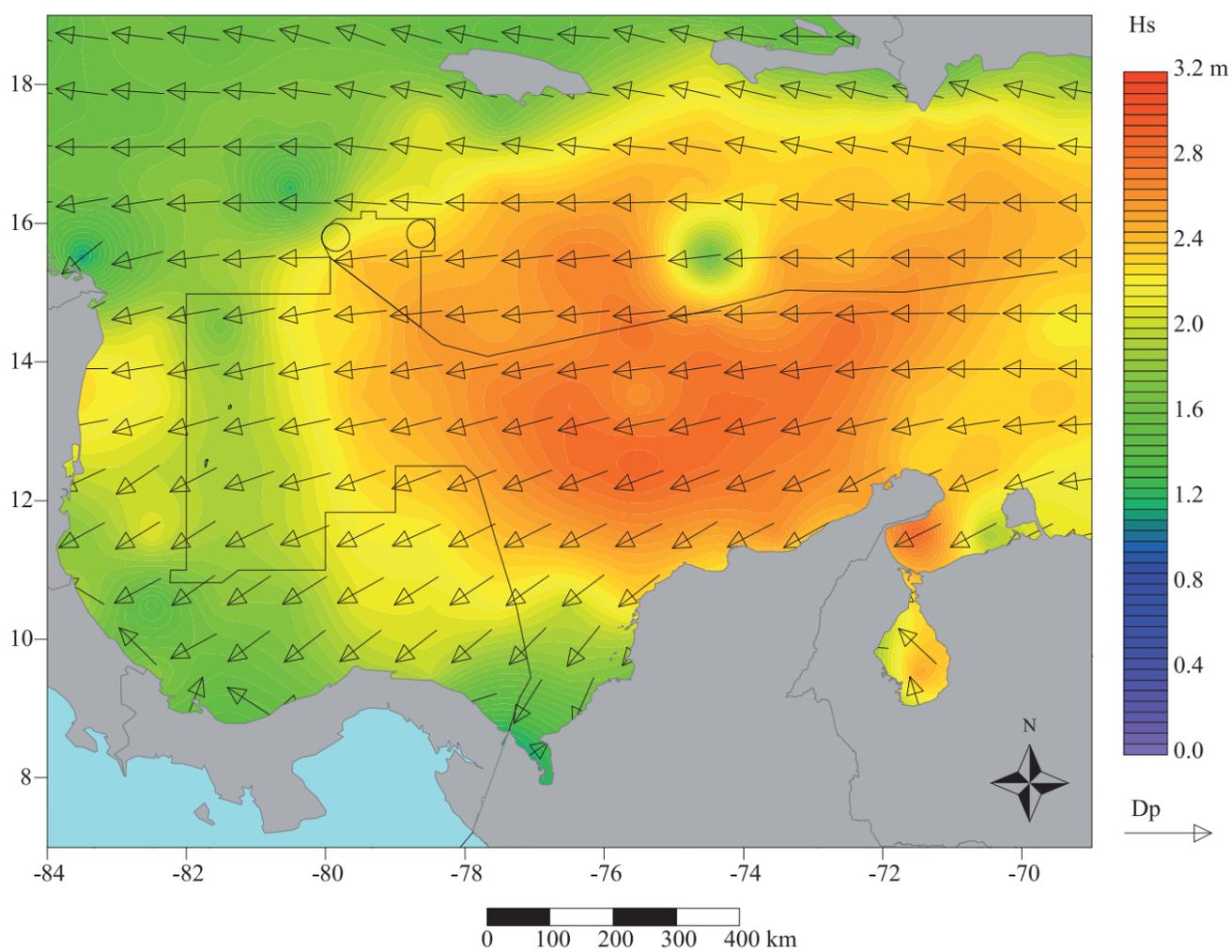
Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe en el mes de agosto, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^\circ \times 0,5^\circ$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT SeaWinds”.

➤ **Figura 60b**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe colombiano en el mes de agosto, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^\circ \times 0,5^\circ$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT SeaWinds”.



SINOPSIS MENSUAL ■ AGOSTO

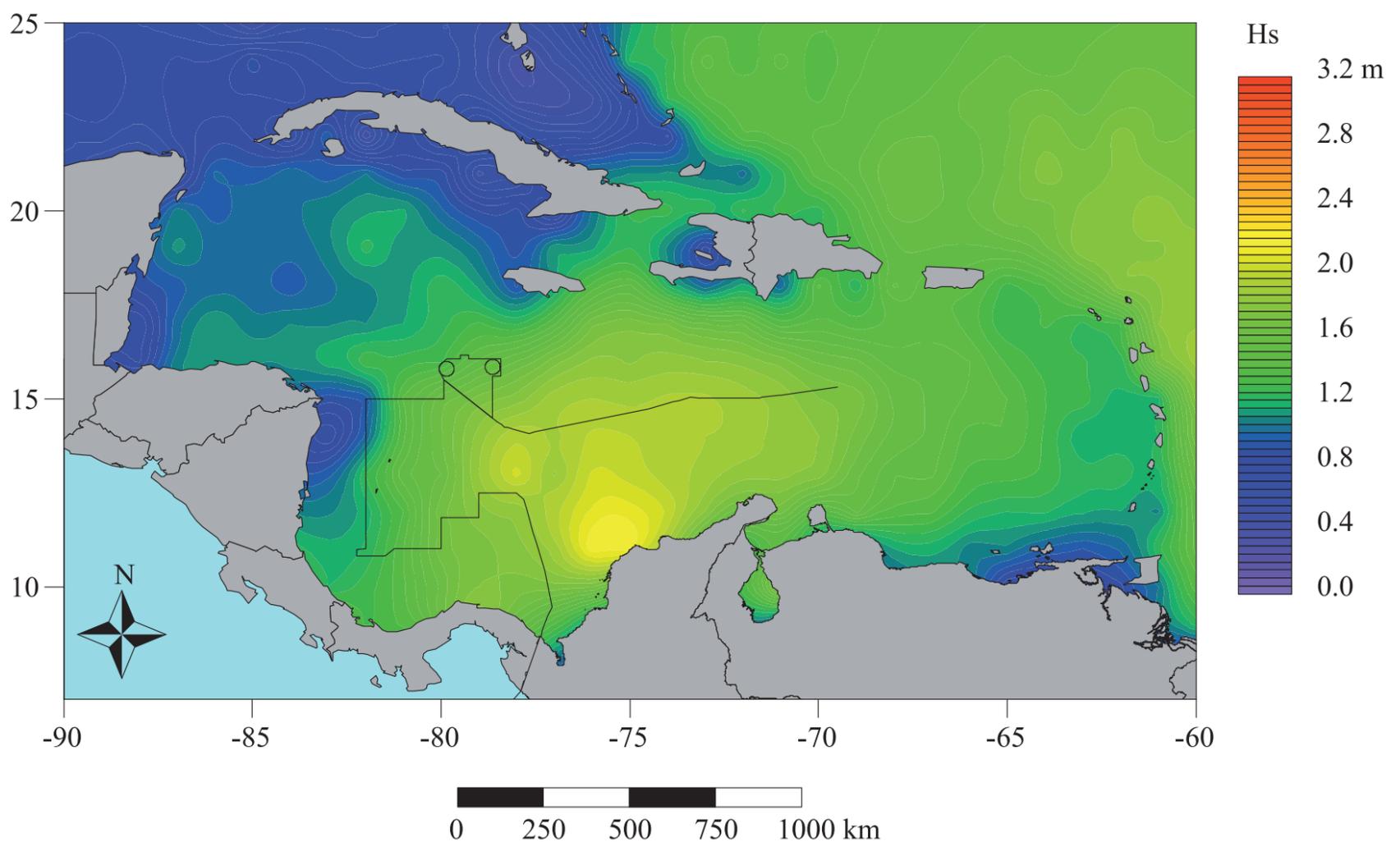


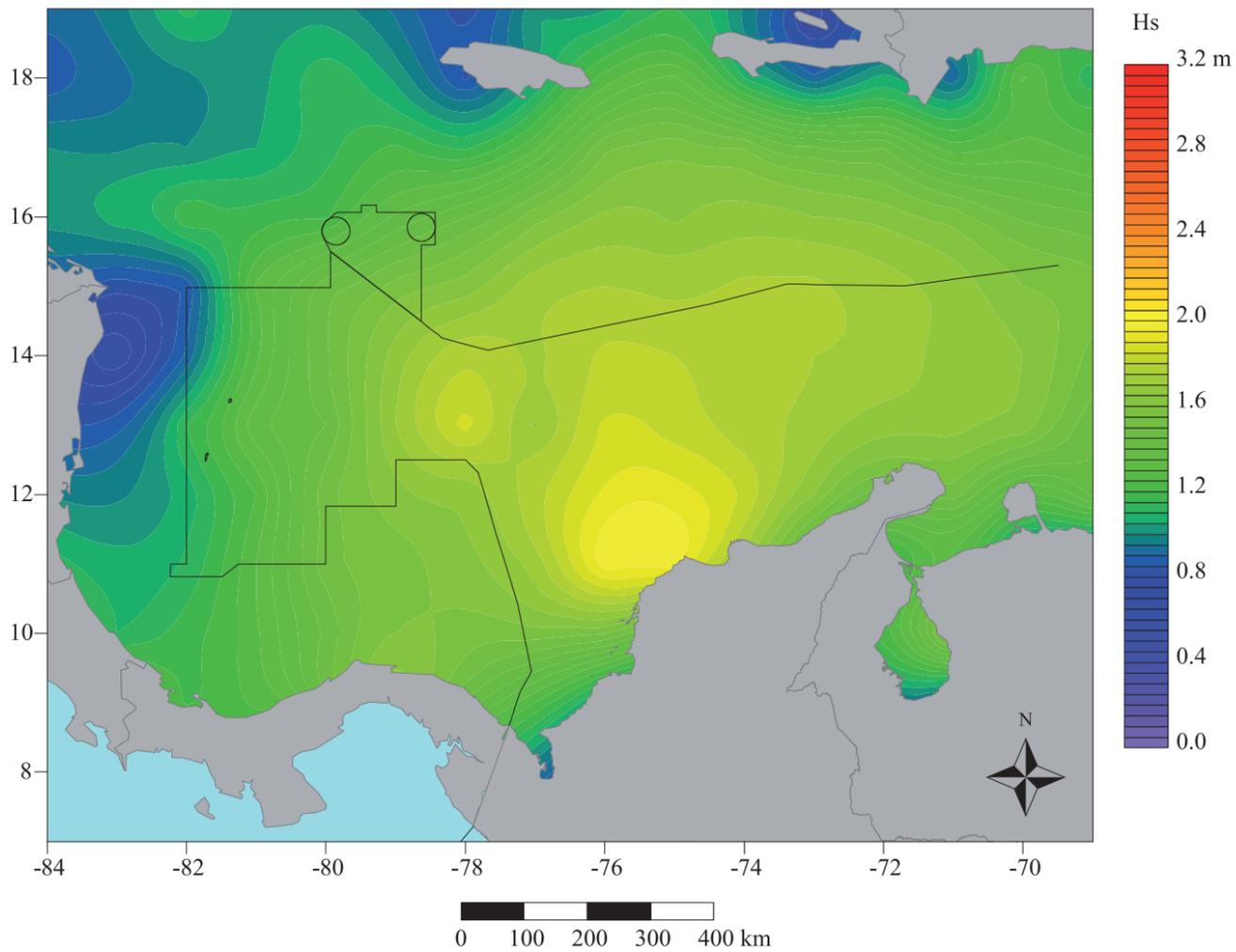
➤ **Figura 61**

Valor promedio de la altura significativa (Hs) de las olas, escala en m, y del valor promedio de la dirección de las olas para el mes de agosto; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008. Base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".

➤ **Figura 62a**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe en el mes de agosto, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos "Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product".



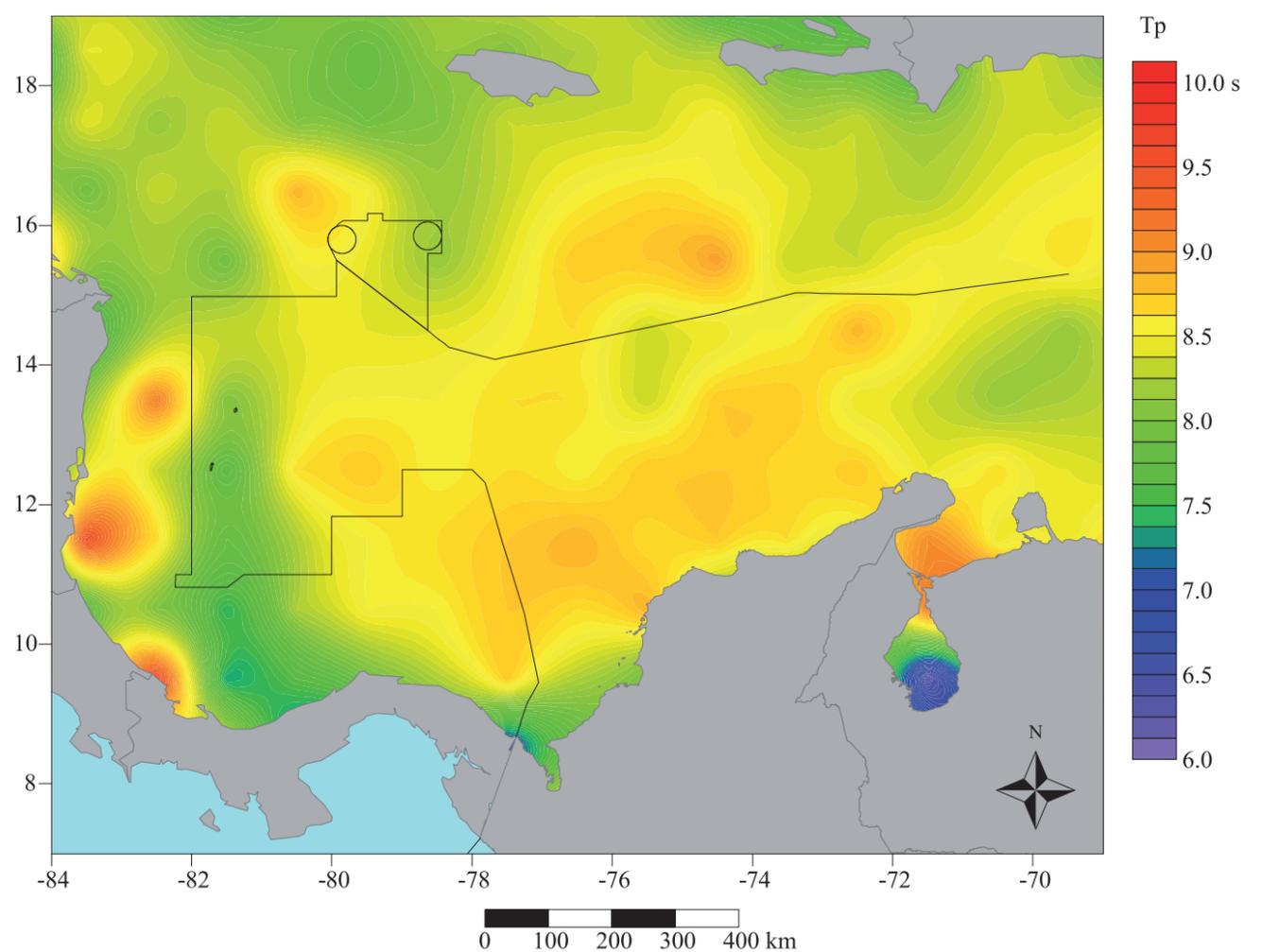


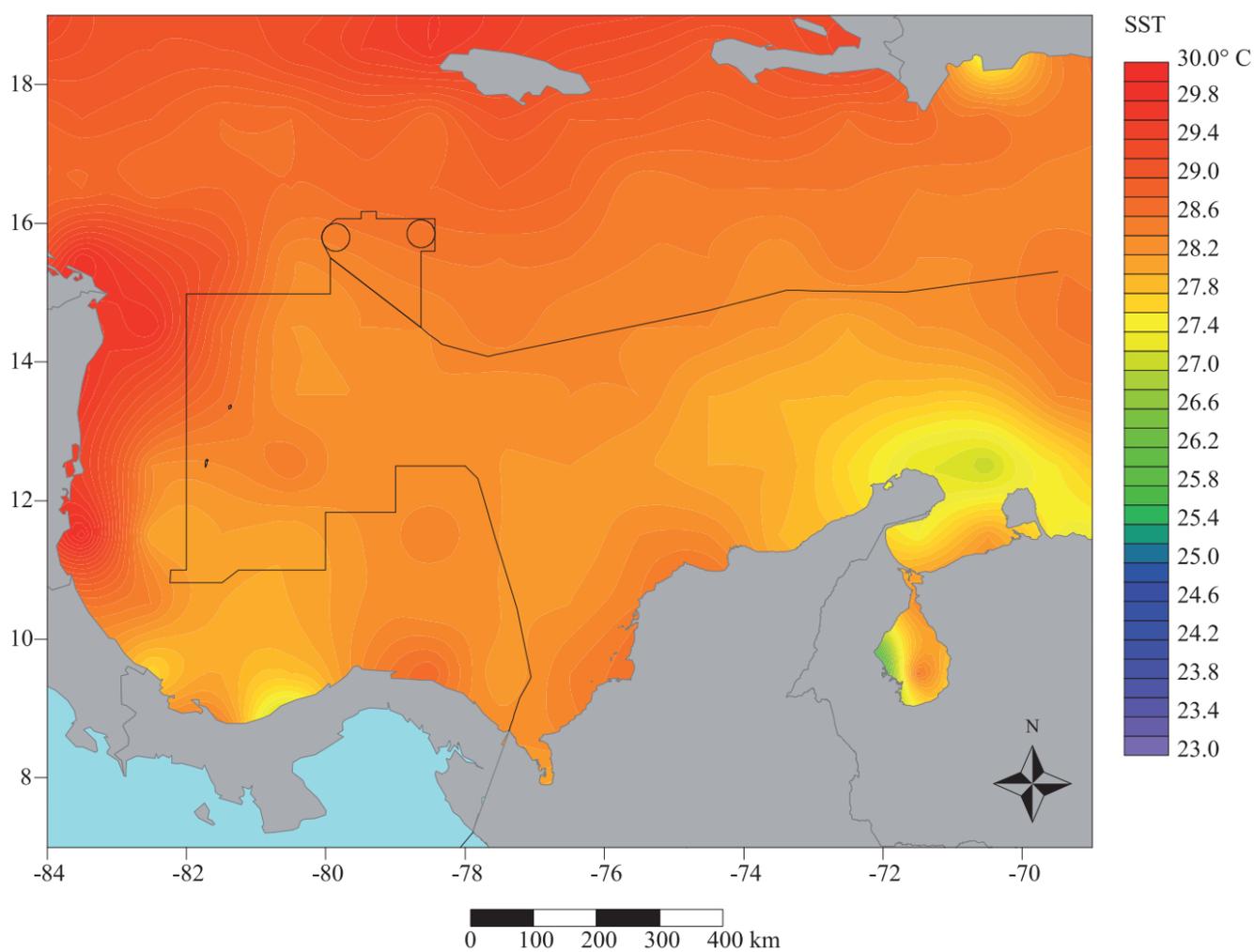
➤ **Figura 62b**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe colombiano en el mes de agosto, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.

➤ **Figura 63**

Valor promedio del periodo corregido de las olas para el mes de agosto, escala en s; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.



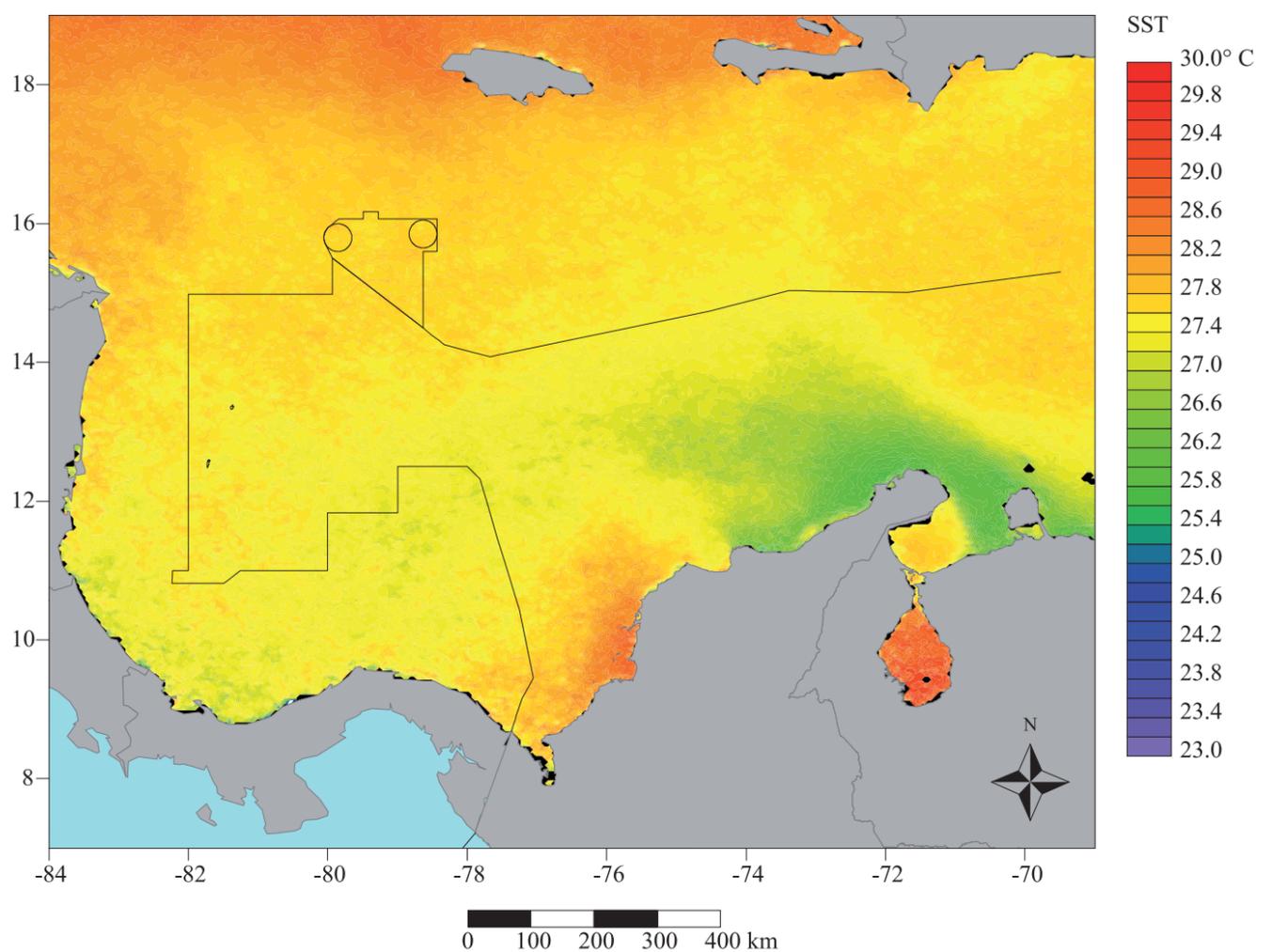


➤ **Figura 64**

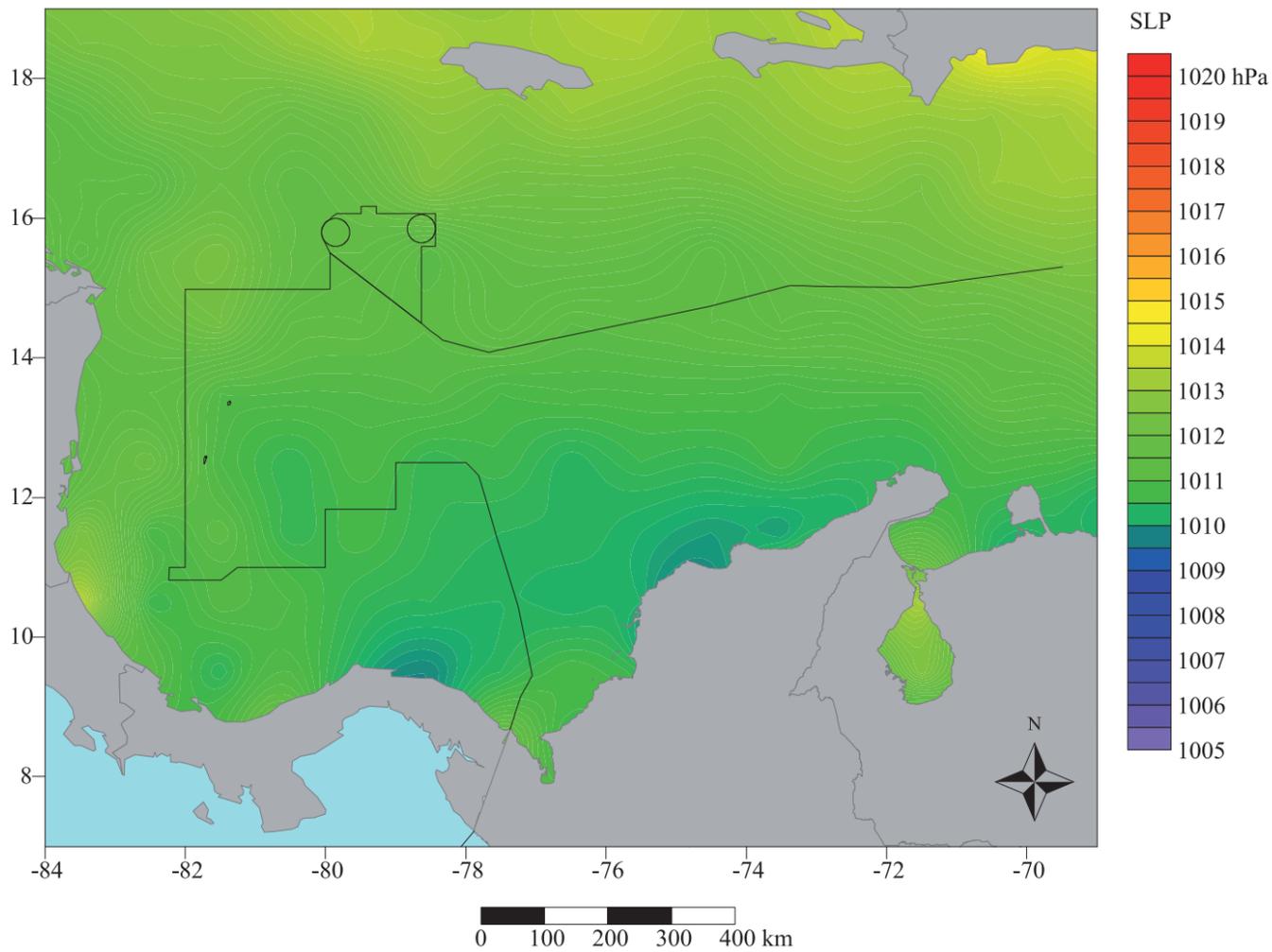
Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de agosto, escala en °C; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “*Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5*”.

➤ **Figura 65**

Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de agosto, escala en °C, resolución $4 \text{ km} \times 4 \text{ km}$. Observaciones por satélite para el periodo incluido entre 1 de septiembre de 1981 y el 31 de diciembre de 2007; base de datos “*Noaa Pathfinder version 5*”.



SEPTIEMBRE

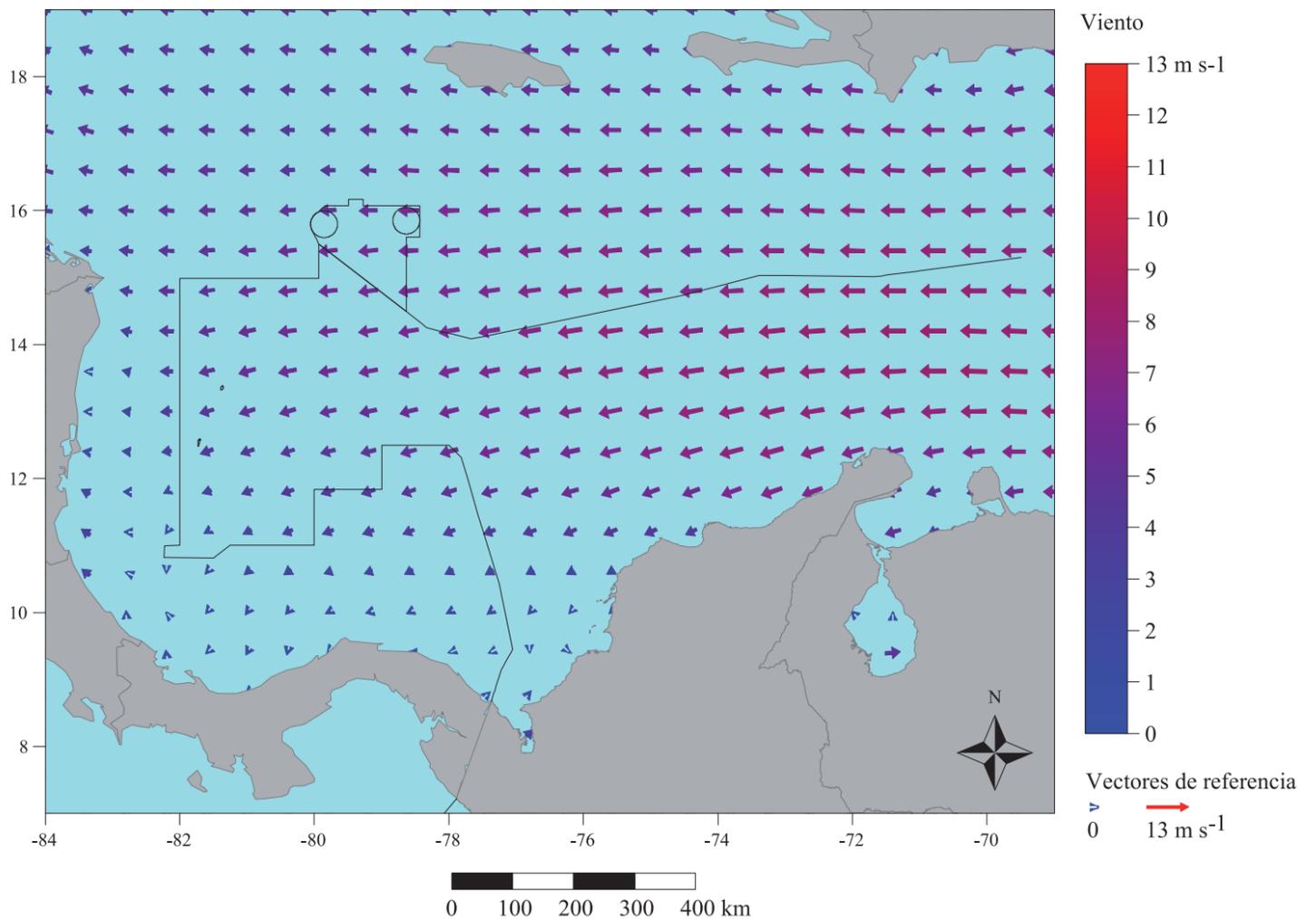


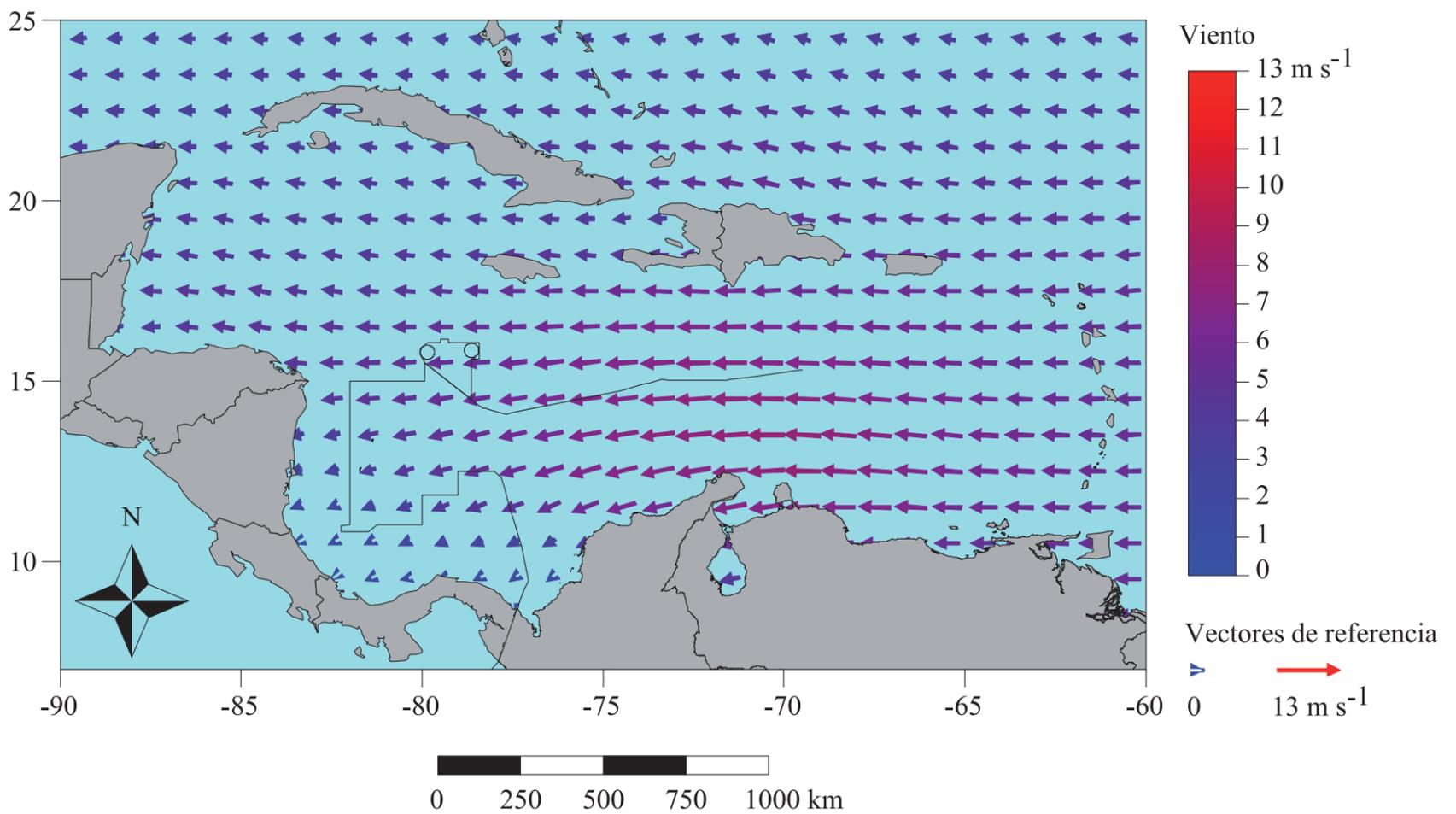
➤ **Figura 66**

Valor promedio de la presión atmosférica reducida al nivel del mar para el mes de septiembre, escala en hPa; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 67**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el mes de septiembre, escala en $m\ s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.



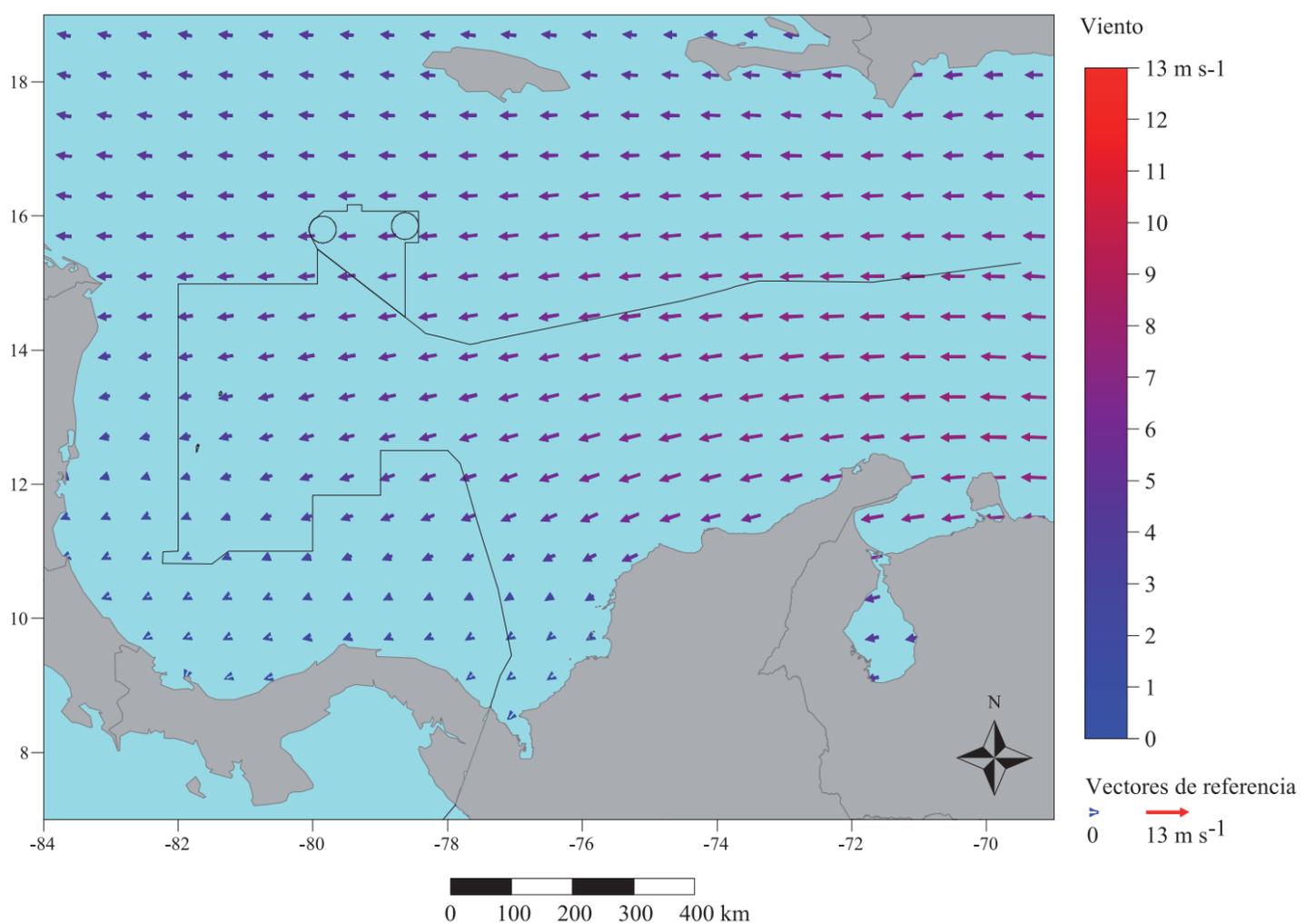


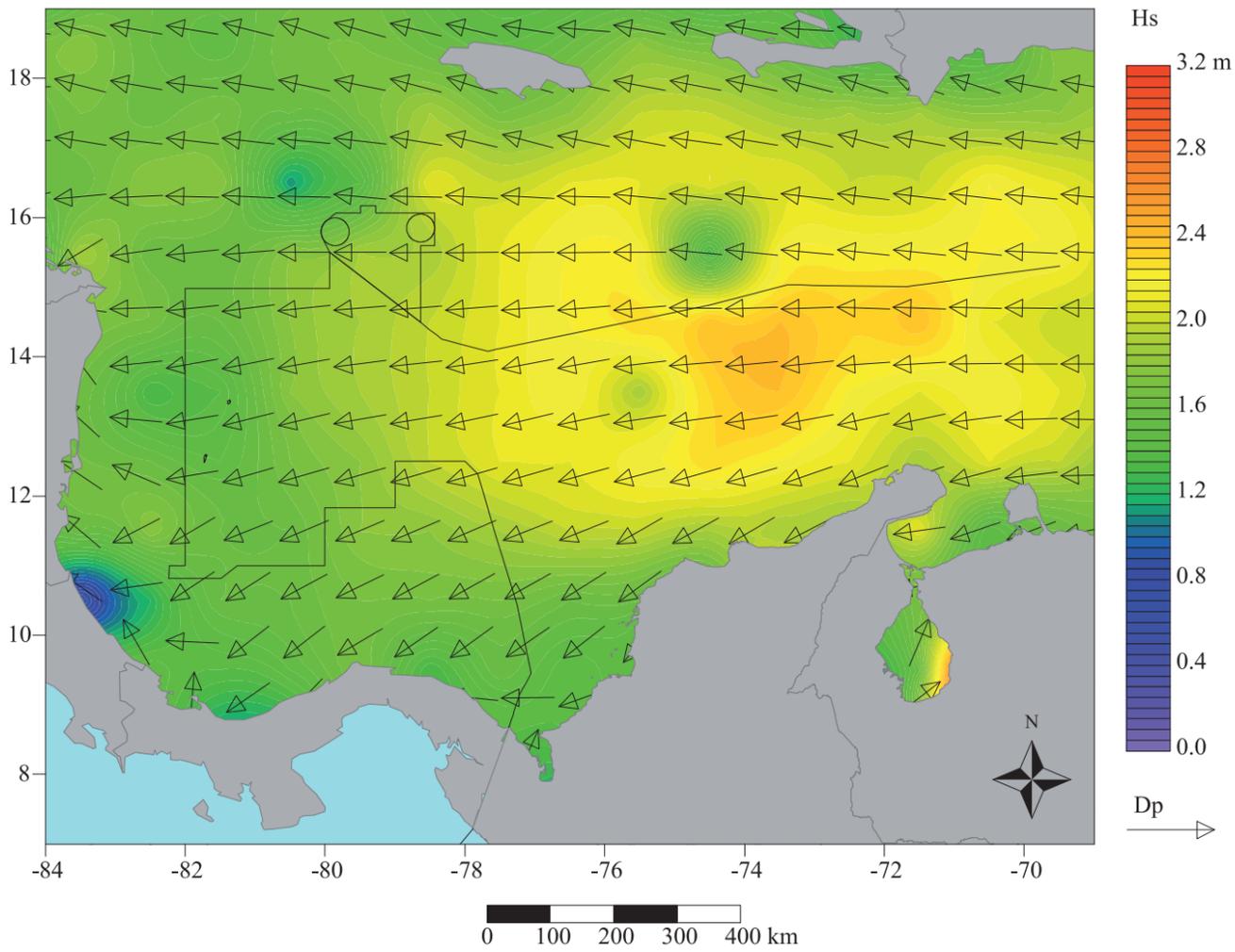
➤ **Figura 68a**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe en el mes de septiembre, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^\circ \times 0,5^\circ$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT Sea Winds”.

➤ **Figura 68b**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe colombiano en el mes de septiembre, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^\circ \times 0,5^\circ$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT Sea Winds”.



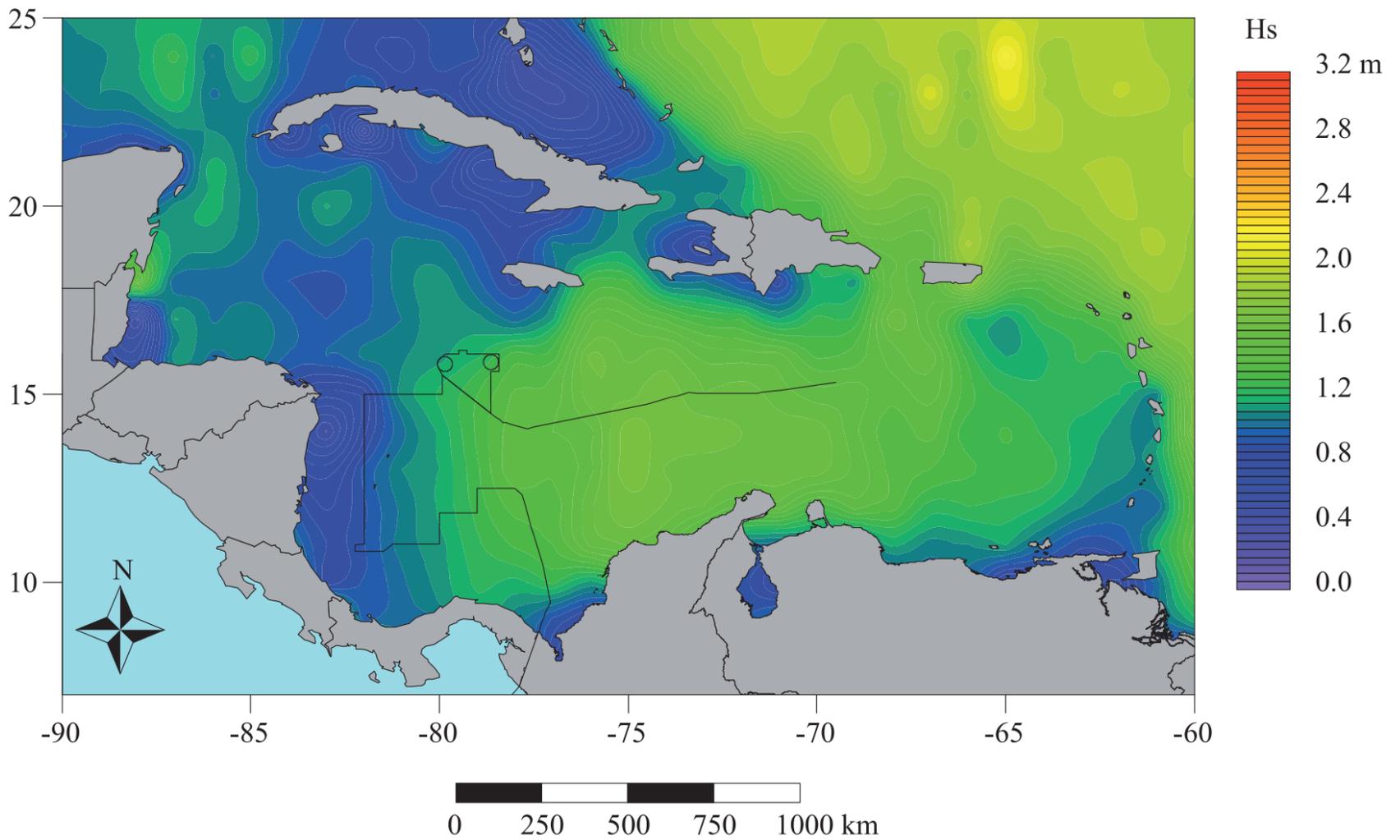


➤ **Figura 69**

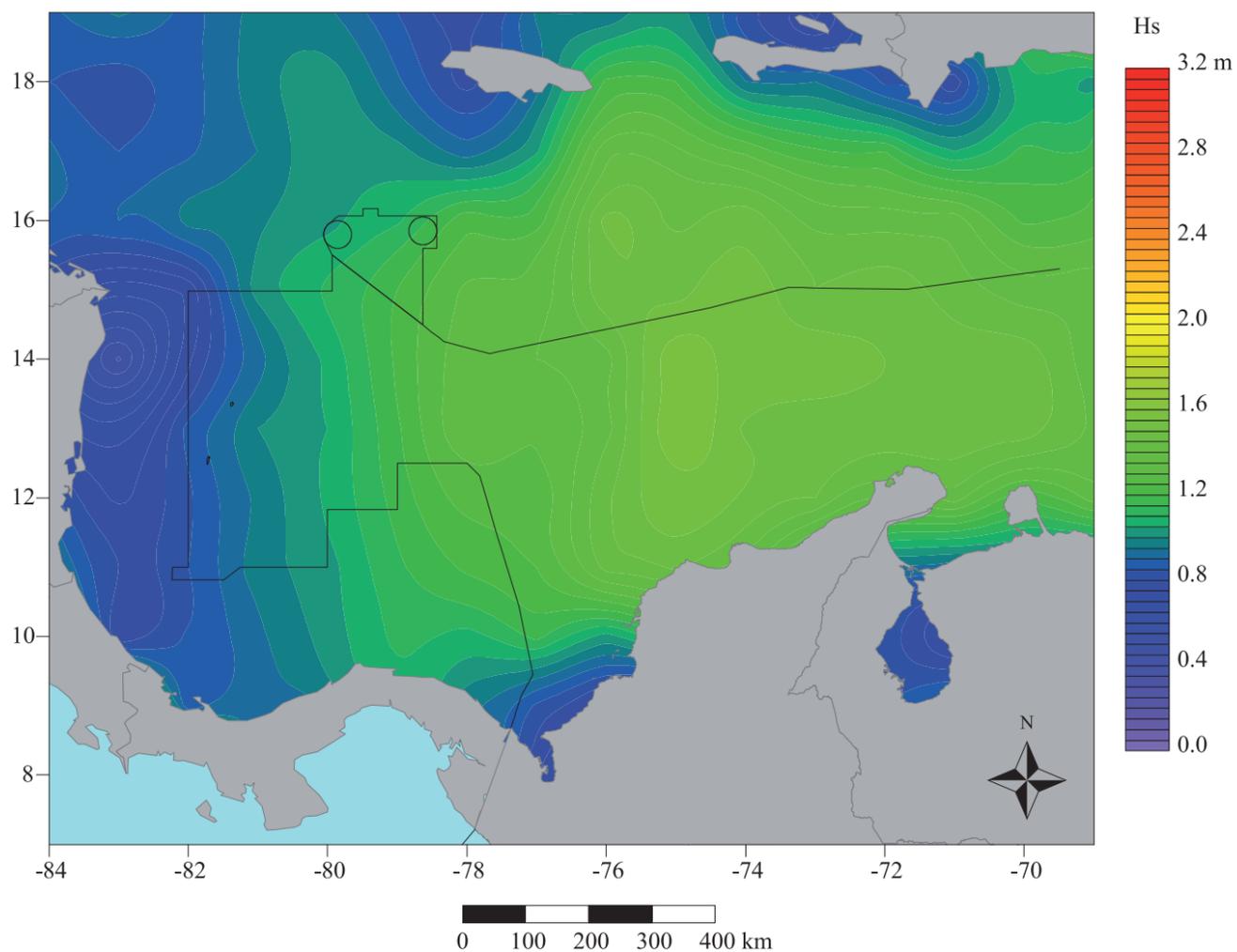
Valor promedio de la altura significativa (Hs) de las olas, escala en m, y del valor promedio de la dirección de las olas para el mes de septiembre; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008. Base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 70a**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe en el mes de septiembre, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.



SINOPSIS MENSUAL ■ SEPTIEMBRE

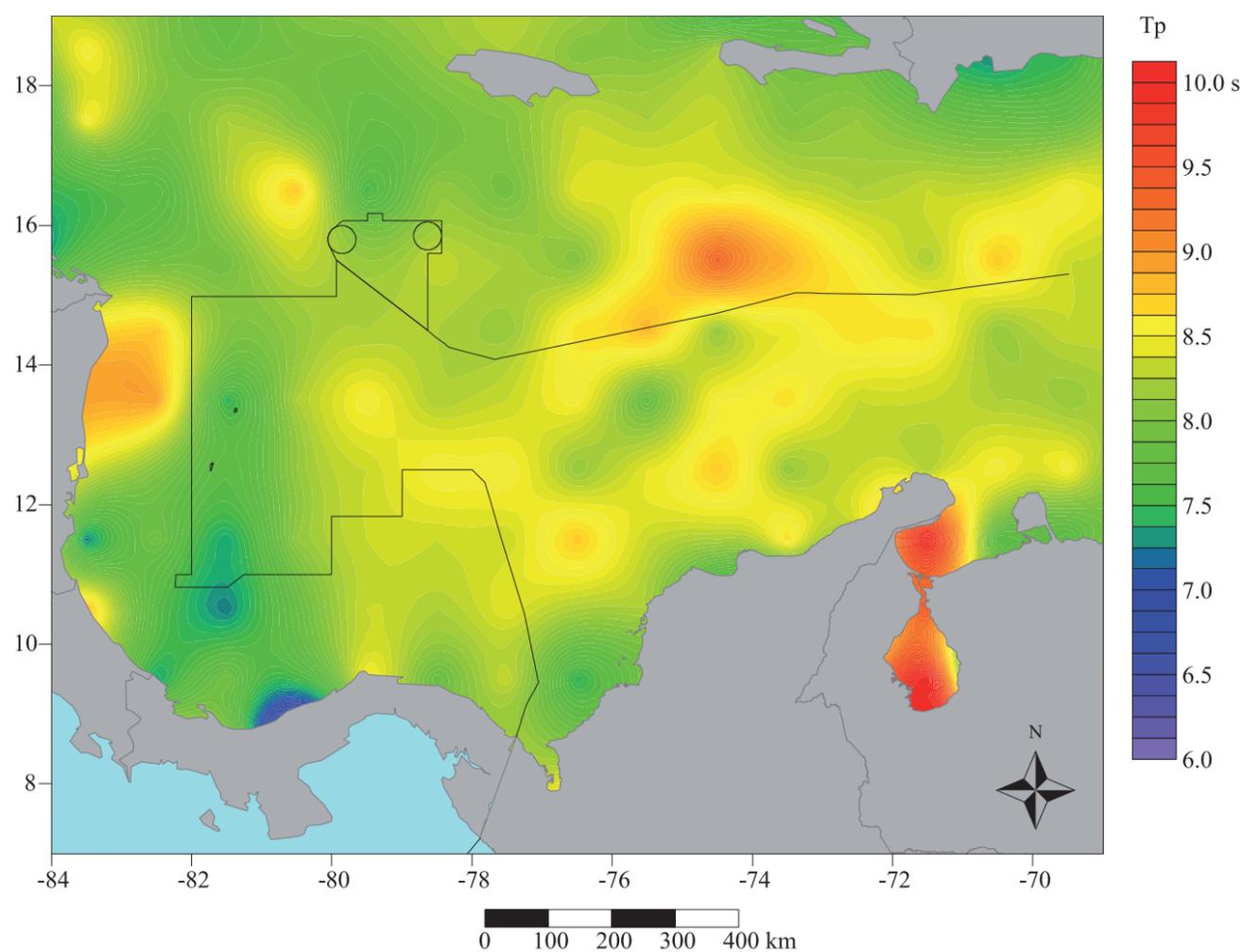


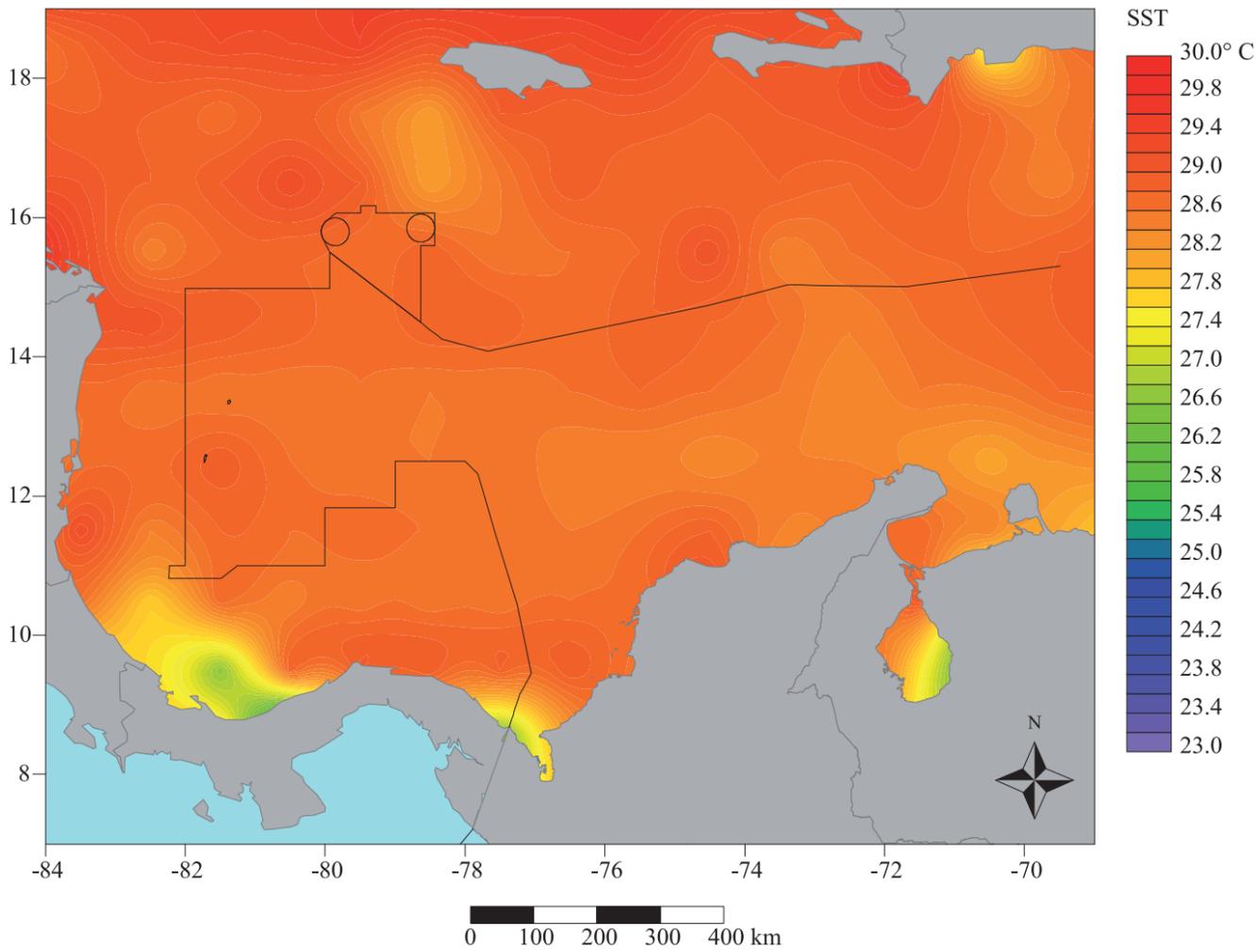
➤ **Figura 70b**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe colombiano en el mes de septiembre, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos "Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product".

➤ **Figura 71**

Valor promedio del periodo corregido de las olas para el mes de septiembre, escala en s; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".



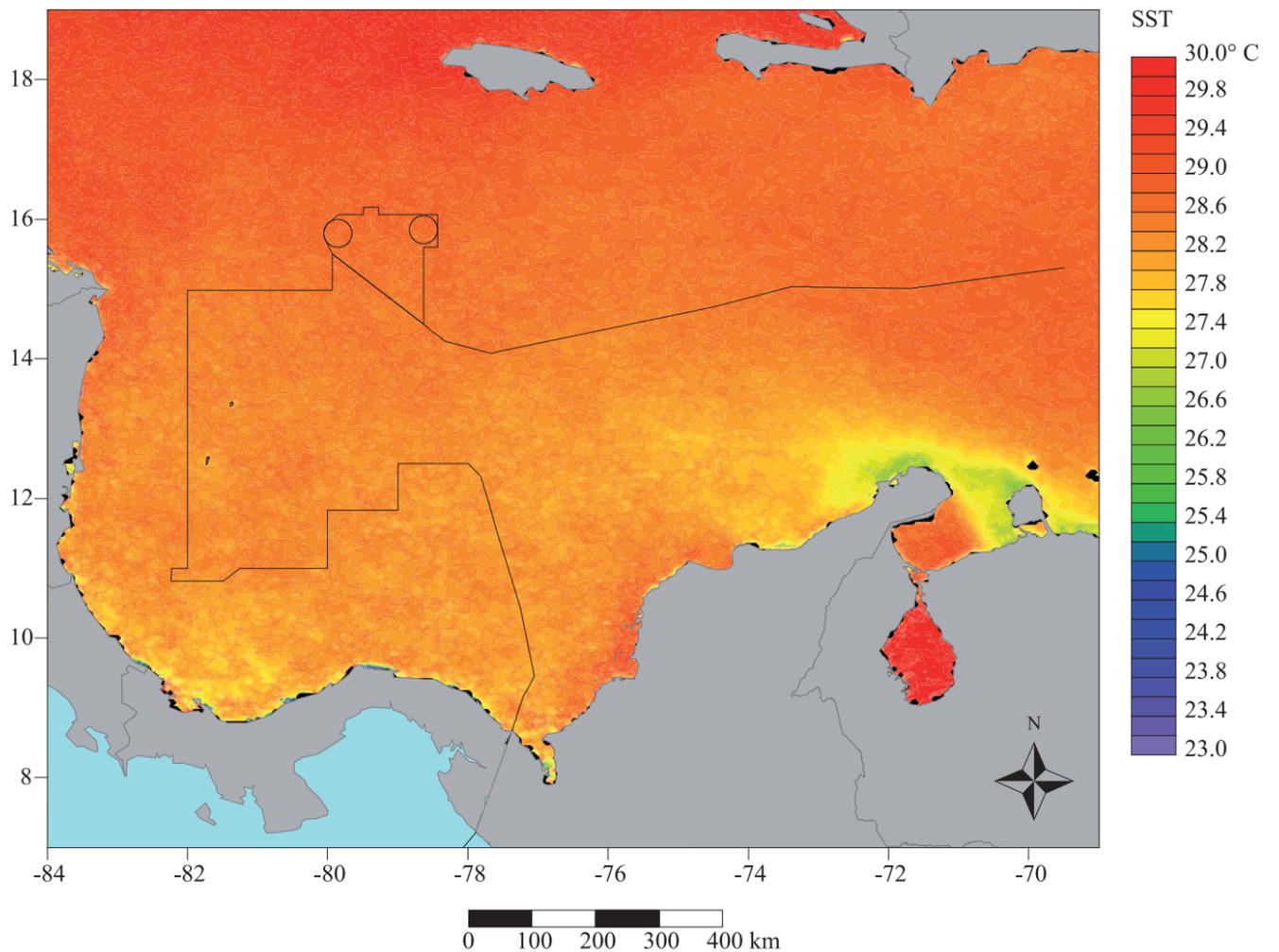


➤ **Figura 72**

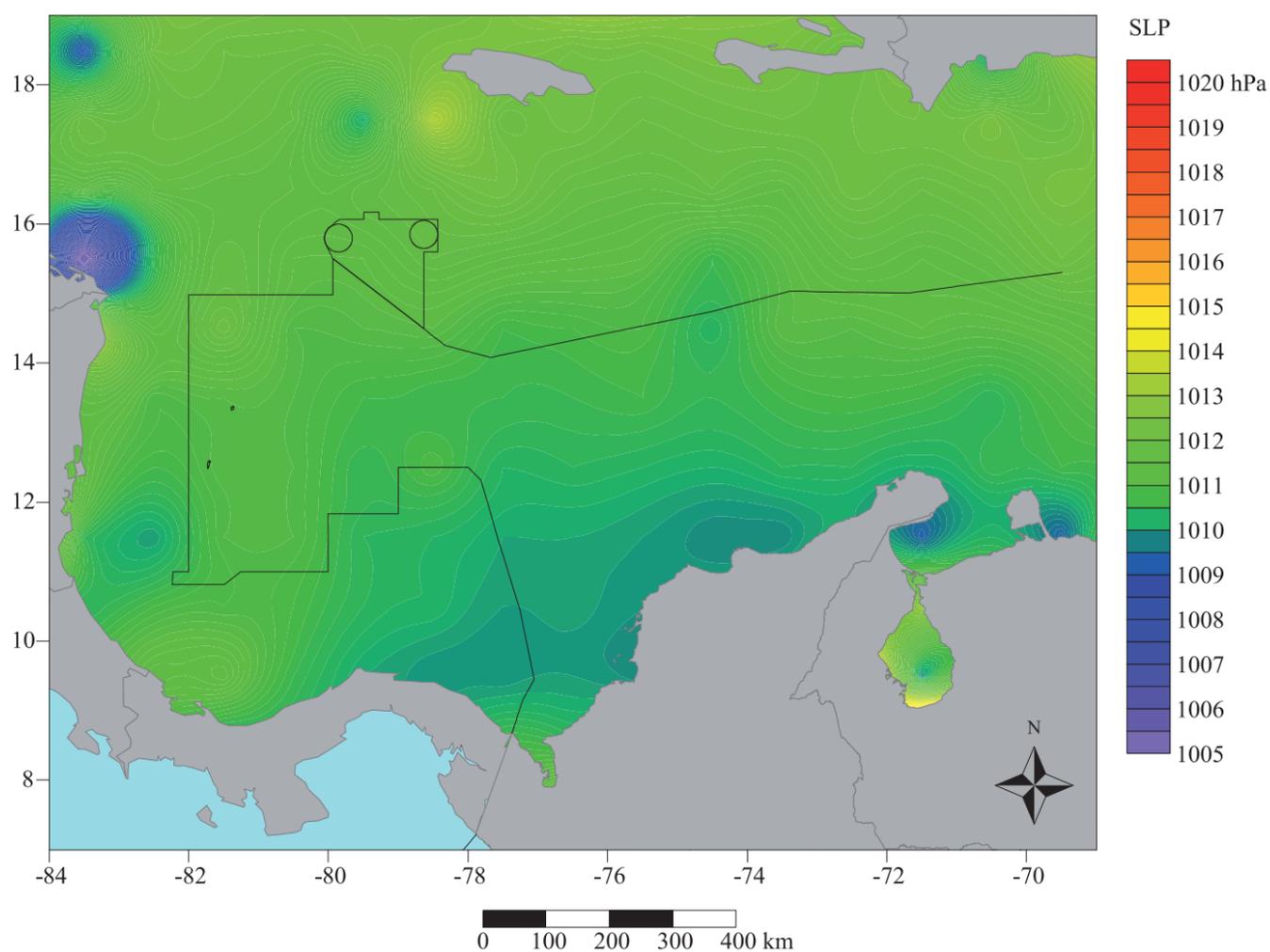
Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de septiembre, escala en °C; resolución de la malla de cálculo 1° × 1°. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 73**

Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de septiembre, escala en °C, resolución 4 km × 4 km. Observaciones por satélite para el periodo incluido entre 1 de septiembre de 1981 y el 31 de diciembre de 2007; base de datos “Noaa Pathfinder version 5”.



OCTUBRE

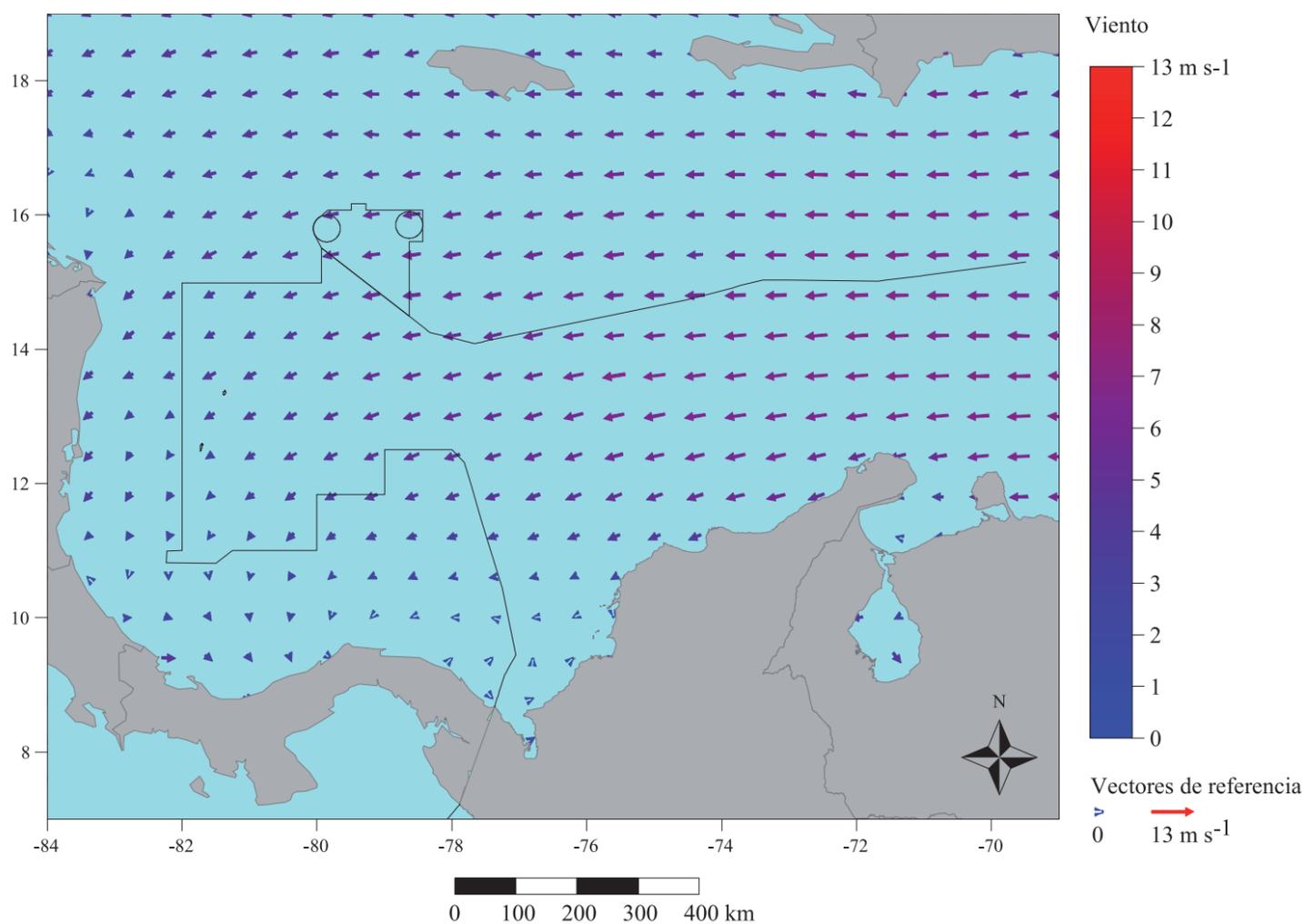


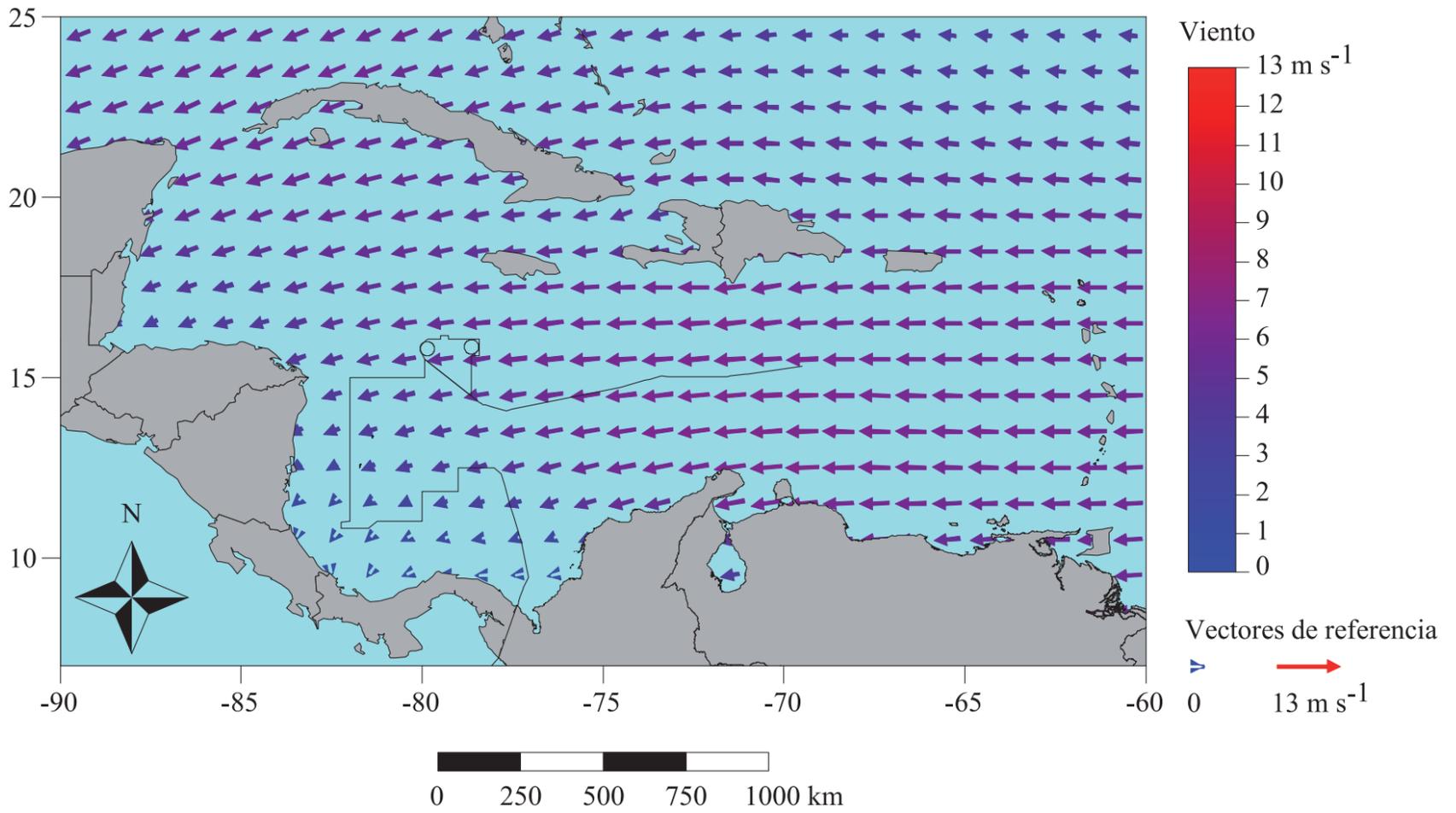
➤ **Figura 74**

Valor promedio de la presión atmosférica reducida al nivel del mar para el mes de octubre, escala en hPa; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".

➤ **Figura 75**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el mes de octubre, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".



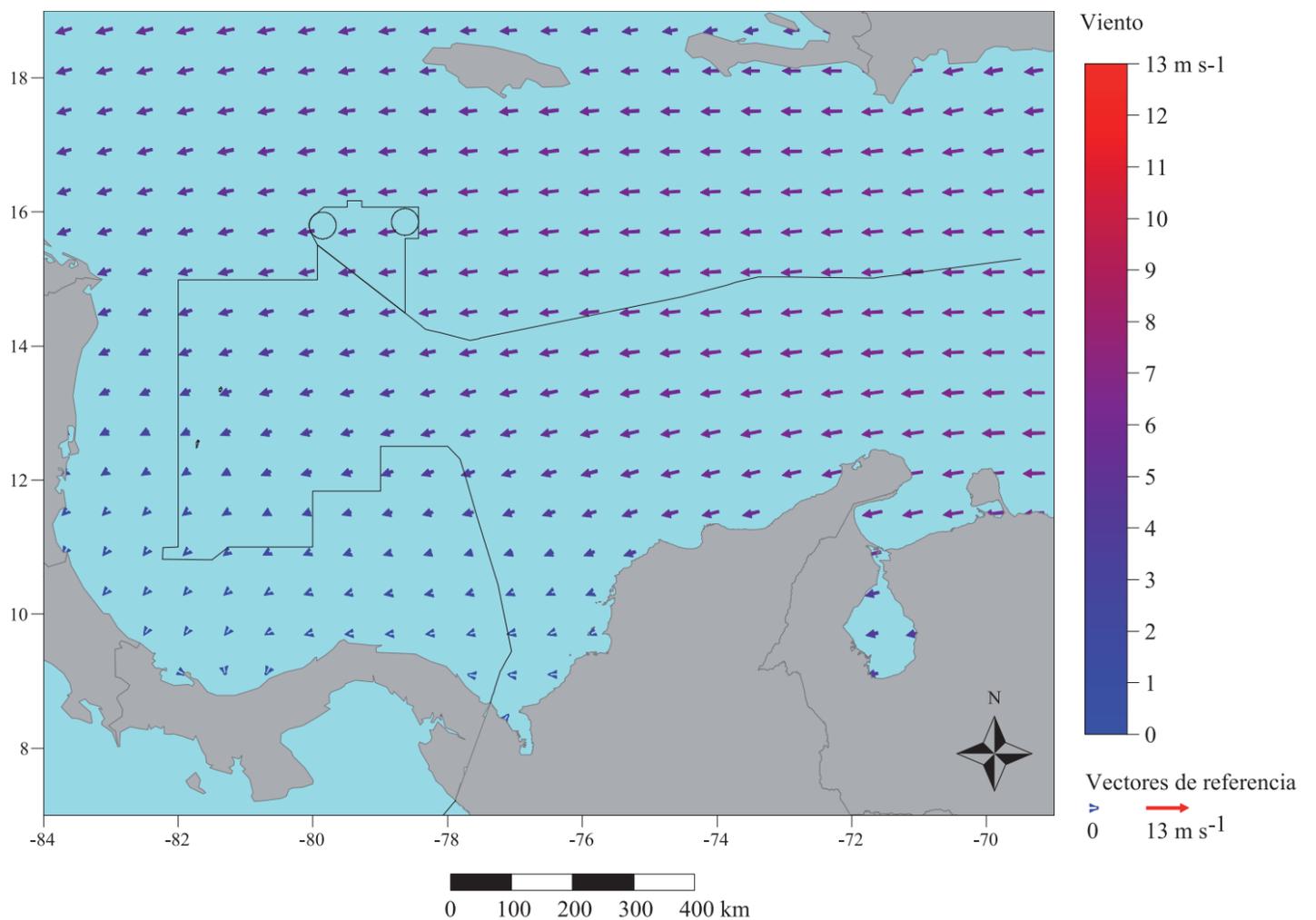


➤ **Figura 76a**

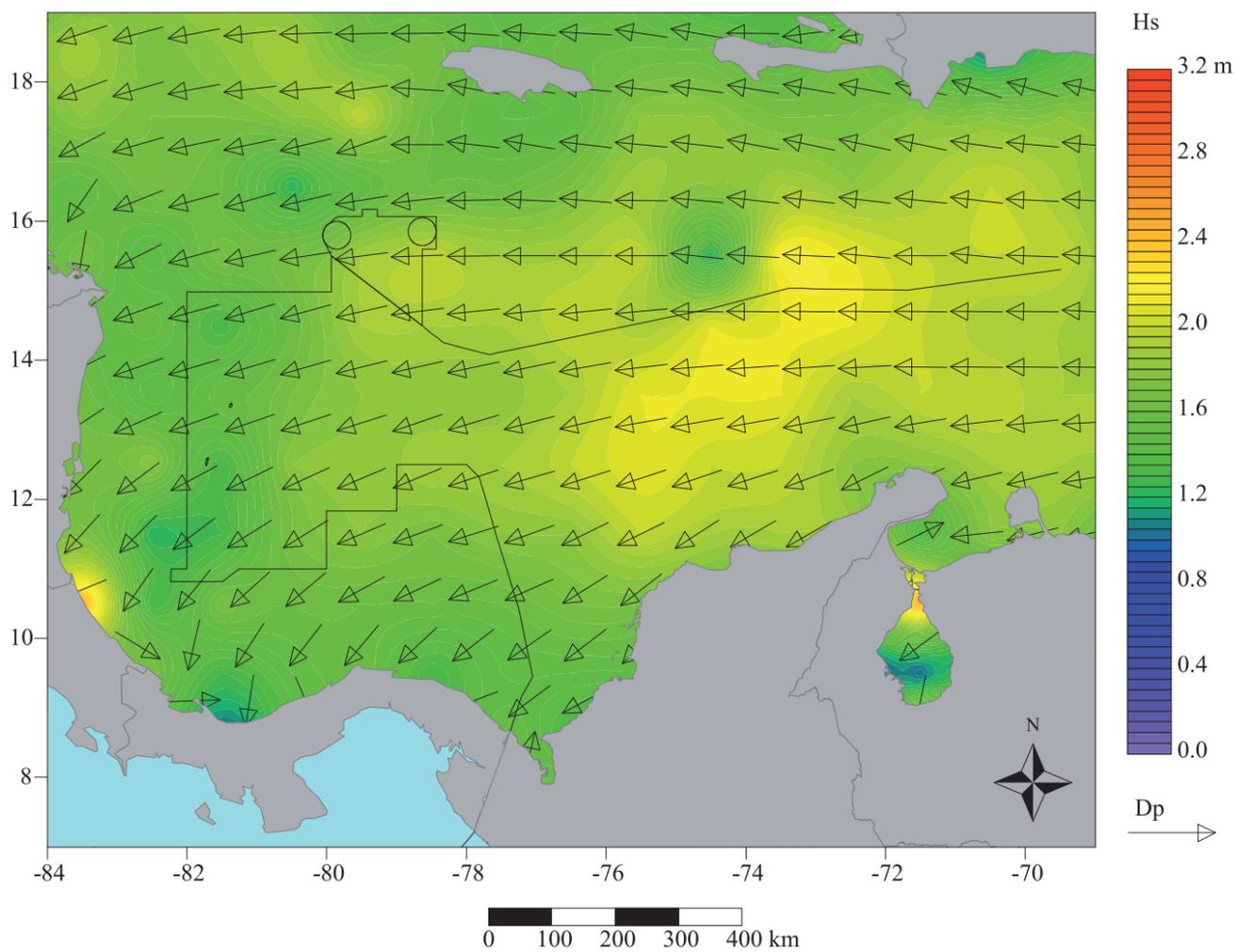
Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe en el mes de octubre, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT Sea Winds”.

➤ **Figura 76b**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe colombiano en el mes de octubre, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT Sea Winds”.



SINOPSIS MENSUAL ■ OCTUBRE

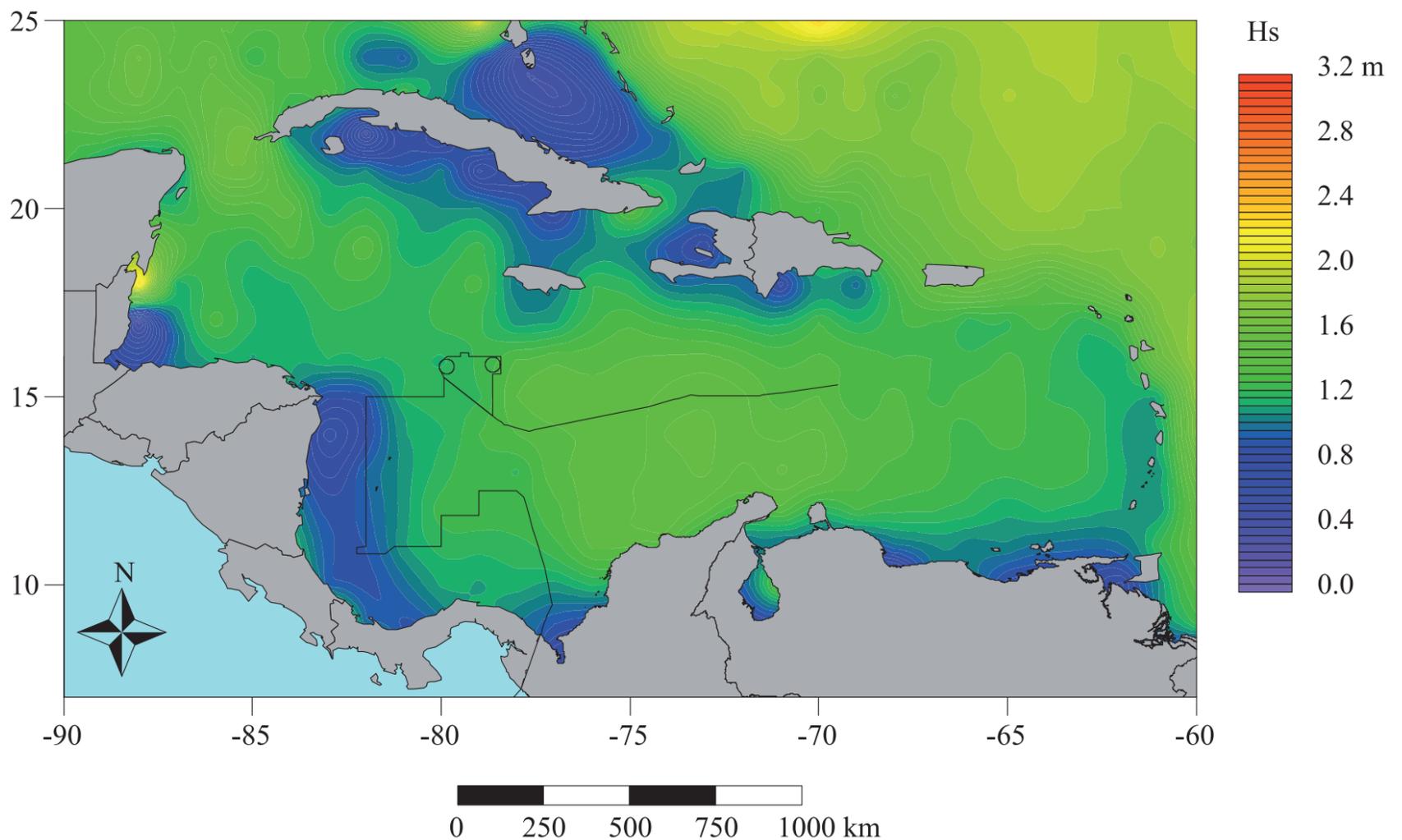


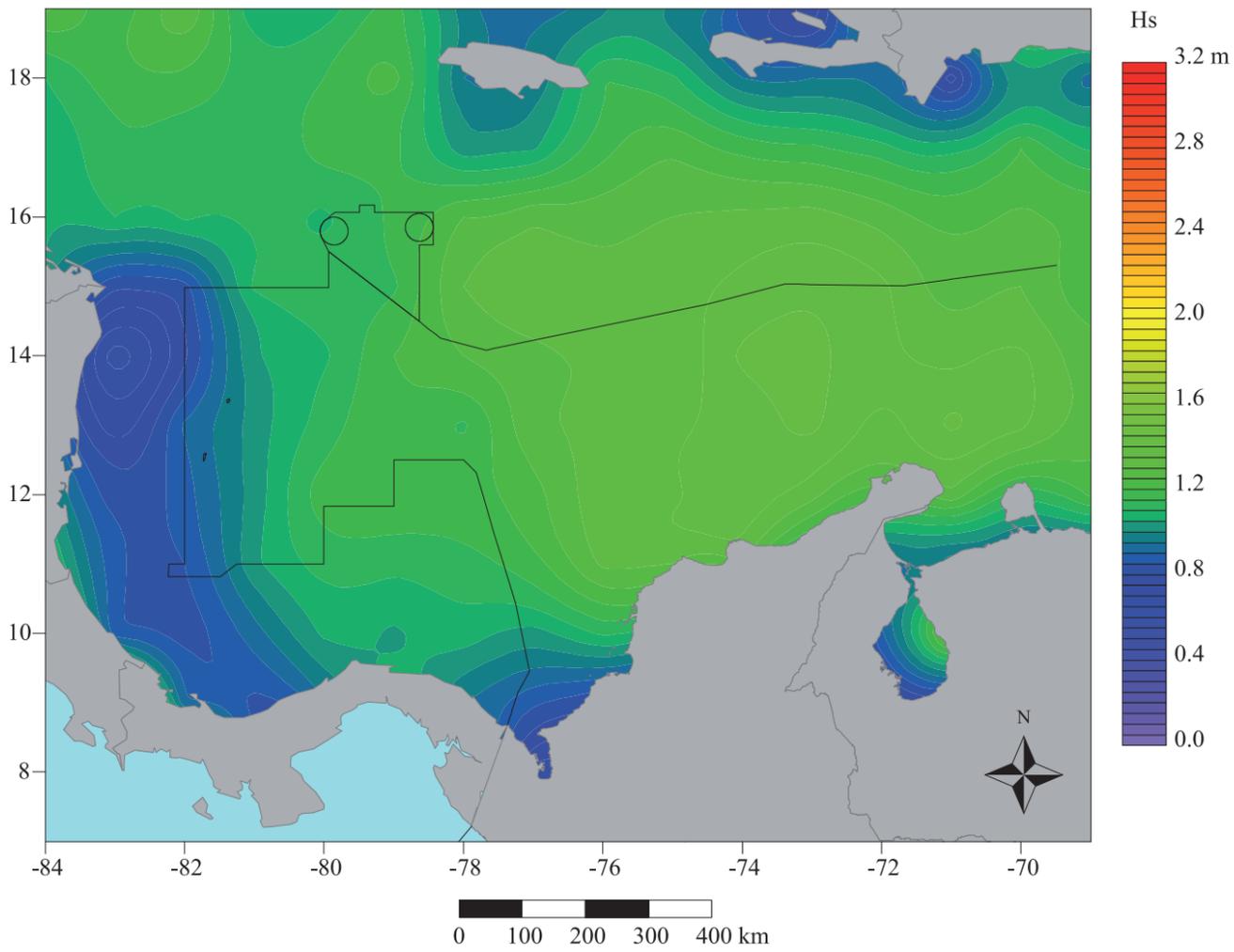
➤ **Figura 77**

Valor promedio de la altura significativa (Hs) de las olas, escala en m, y del valor promedio de la dirección de las olas para el mes de octubre; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008. Base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".

➤ **Figura 78a**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe en el mes de octubre, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos "Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product".



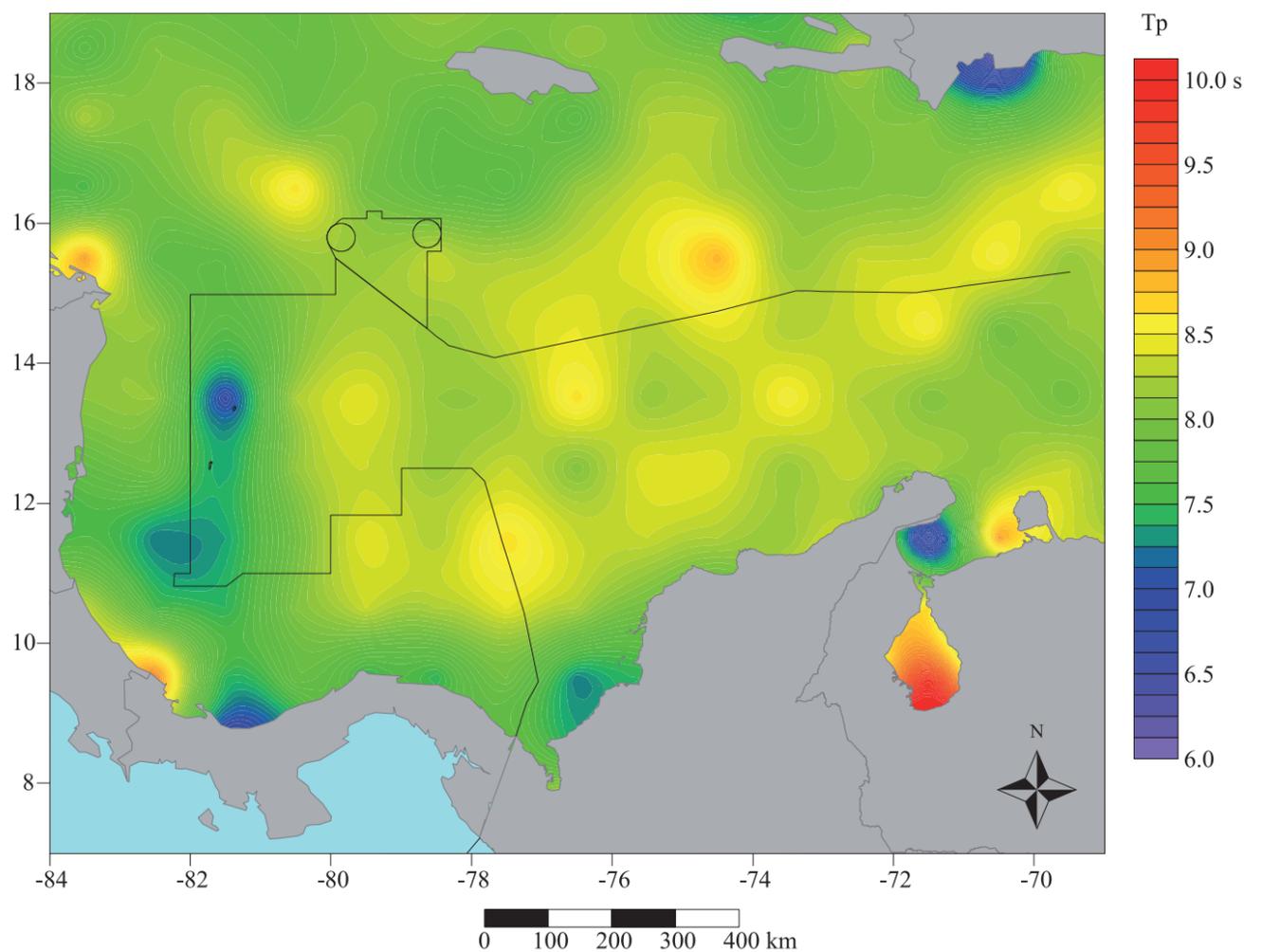


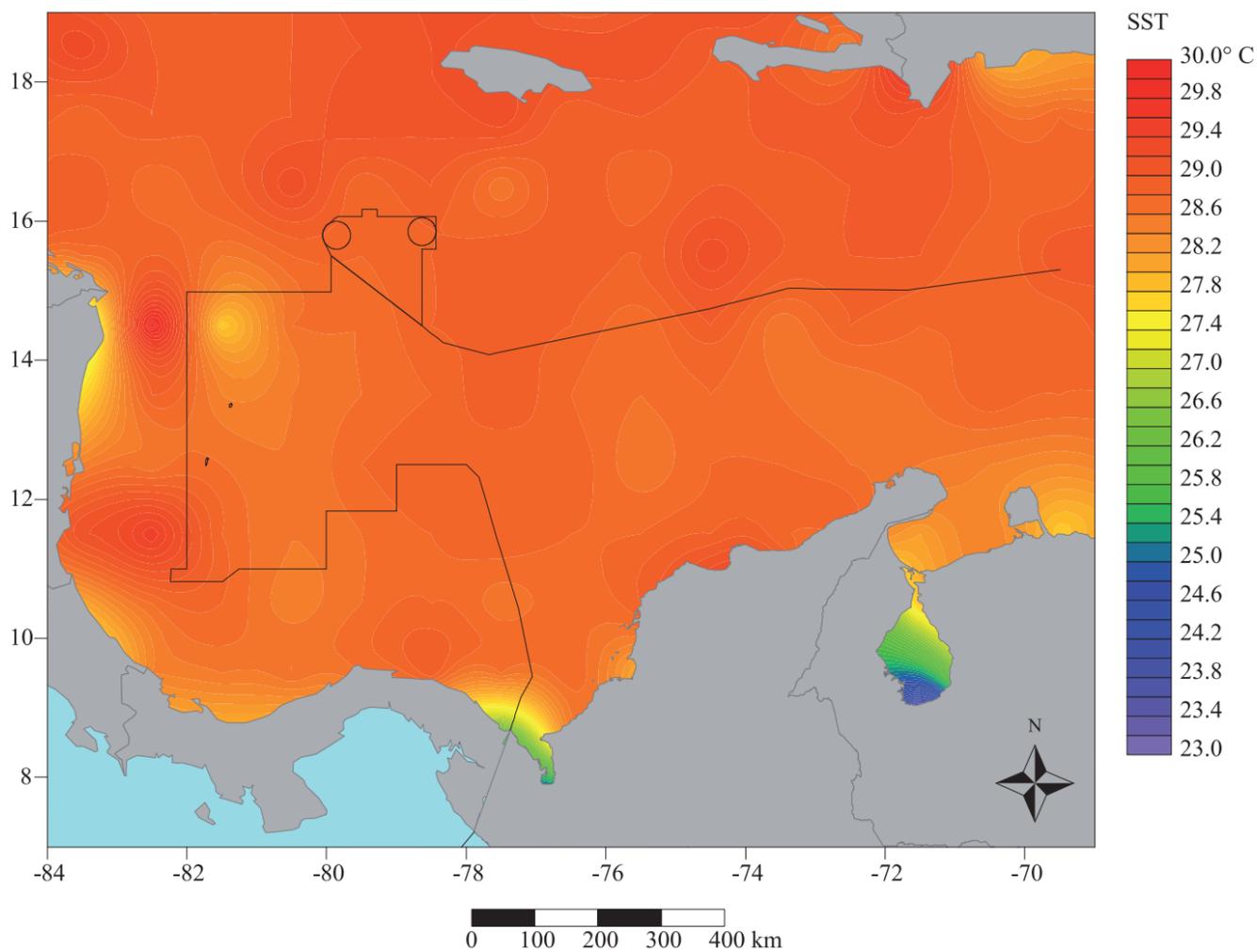
➤ **Figura 78b**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe colombiano en el mes de octubre, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.

➤ **Figura 79**

Valor promedio del periodo corregido de las olas para el mes de octubre, escala en s; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.



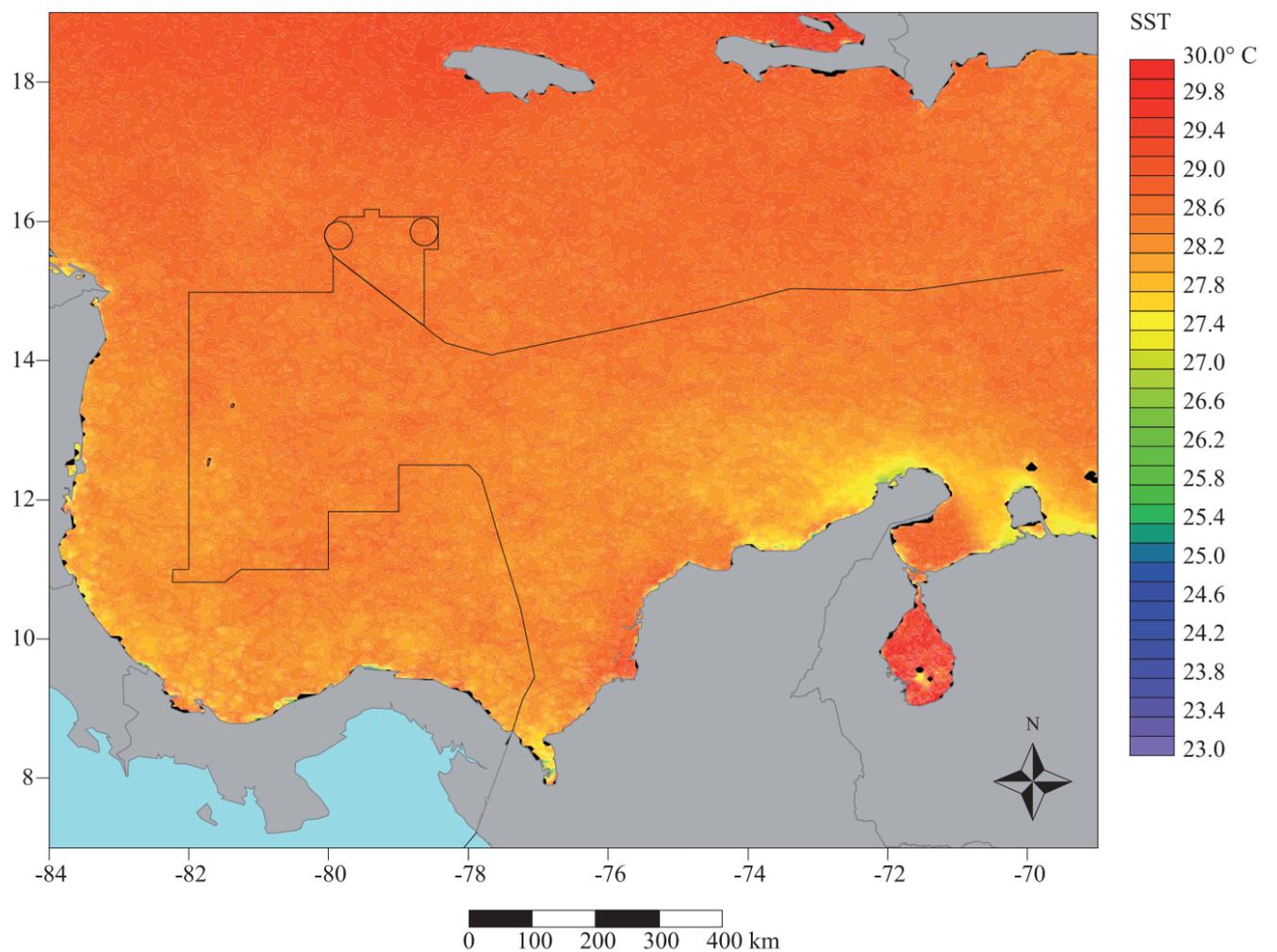


➤ **Figura 80**

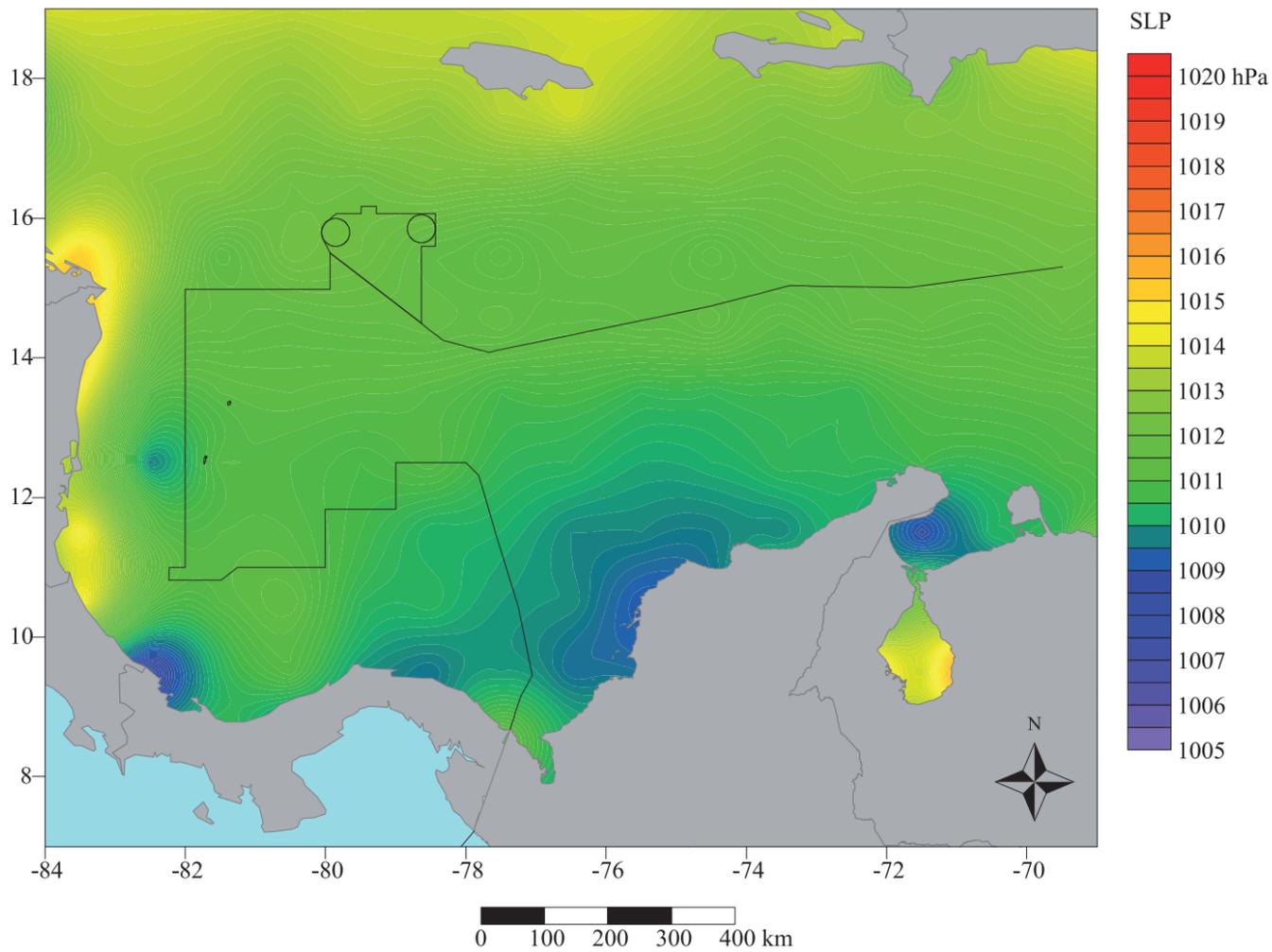
Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de octubre, escala en °C; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 81**

Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de octubre, escala en °C, resolución $4 \text{ km} \times 4 \text{ km}$. Observaciones por satélite para el periodo incluido entre 1 de septiembre de 1981 y el 31 de diciembre de 2007; base de datos “Noaa Pathfinder version 5”.



NOVIEMBRE

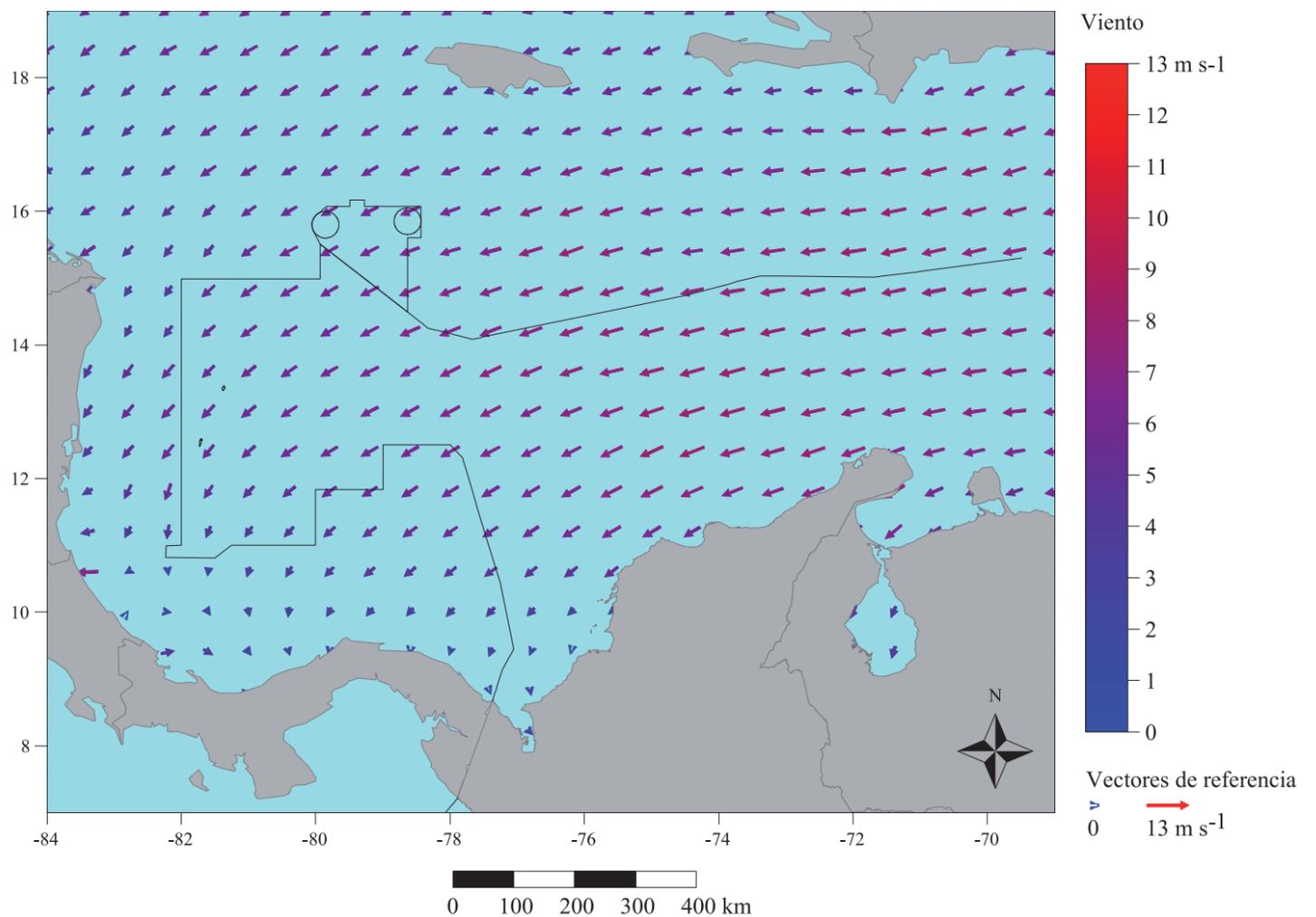


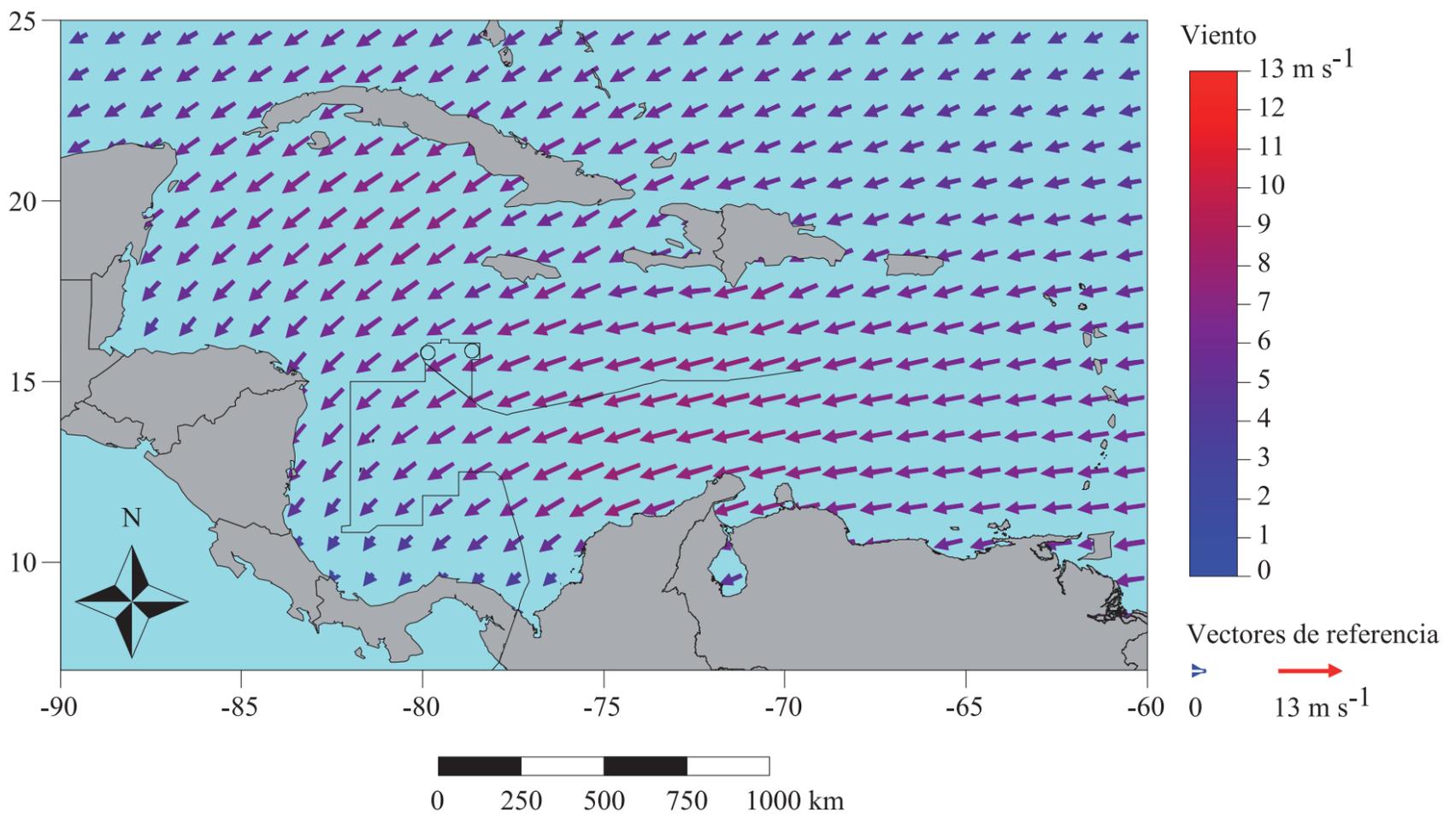
➤ **Figura 82**

Valor promedio de la presión atmosférica reducida al nivel del mar para el mes de noviembre, escala en hPa; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 83**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el mes de noviembre, escala en $m\ s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.



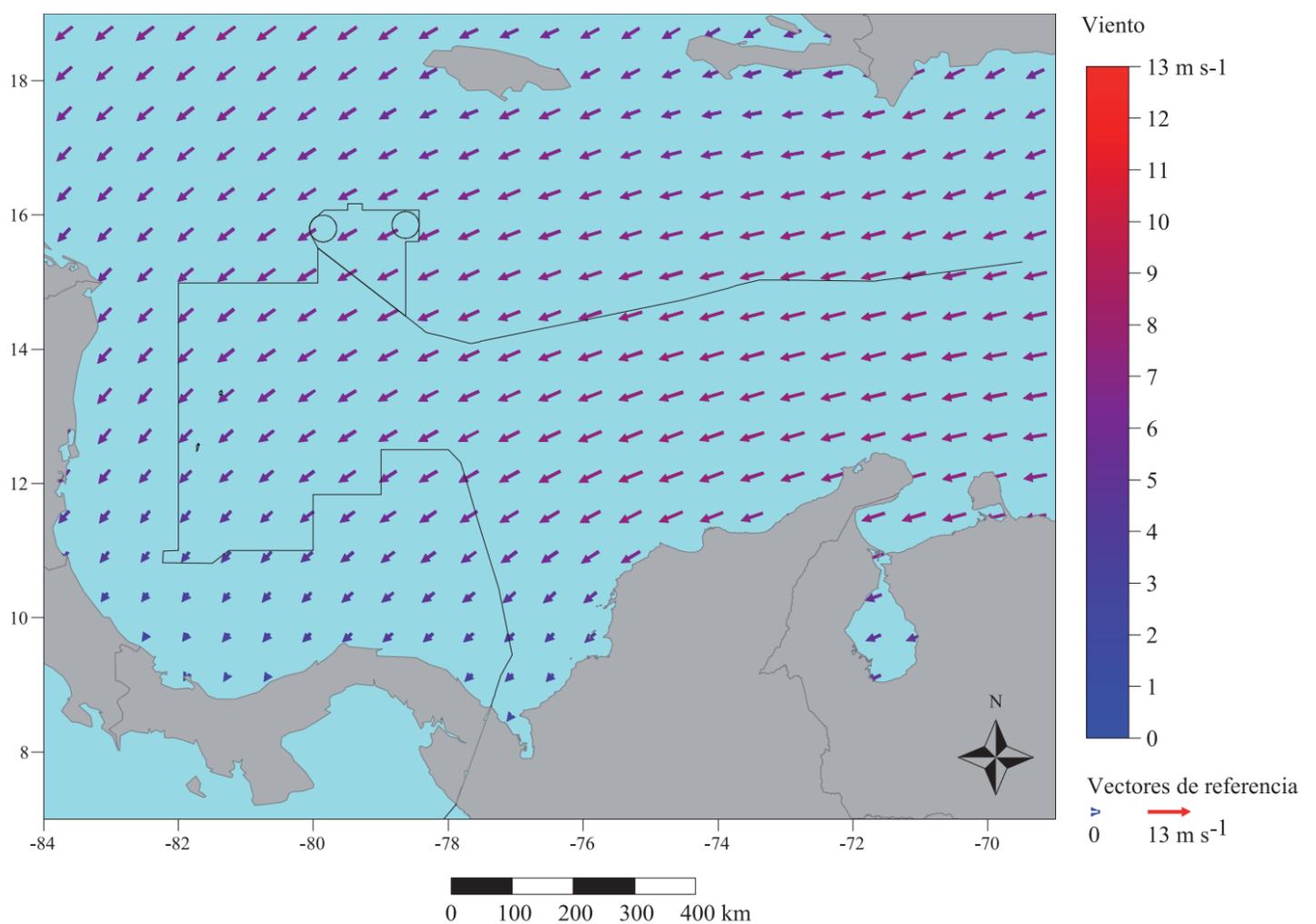


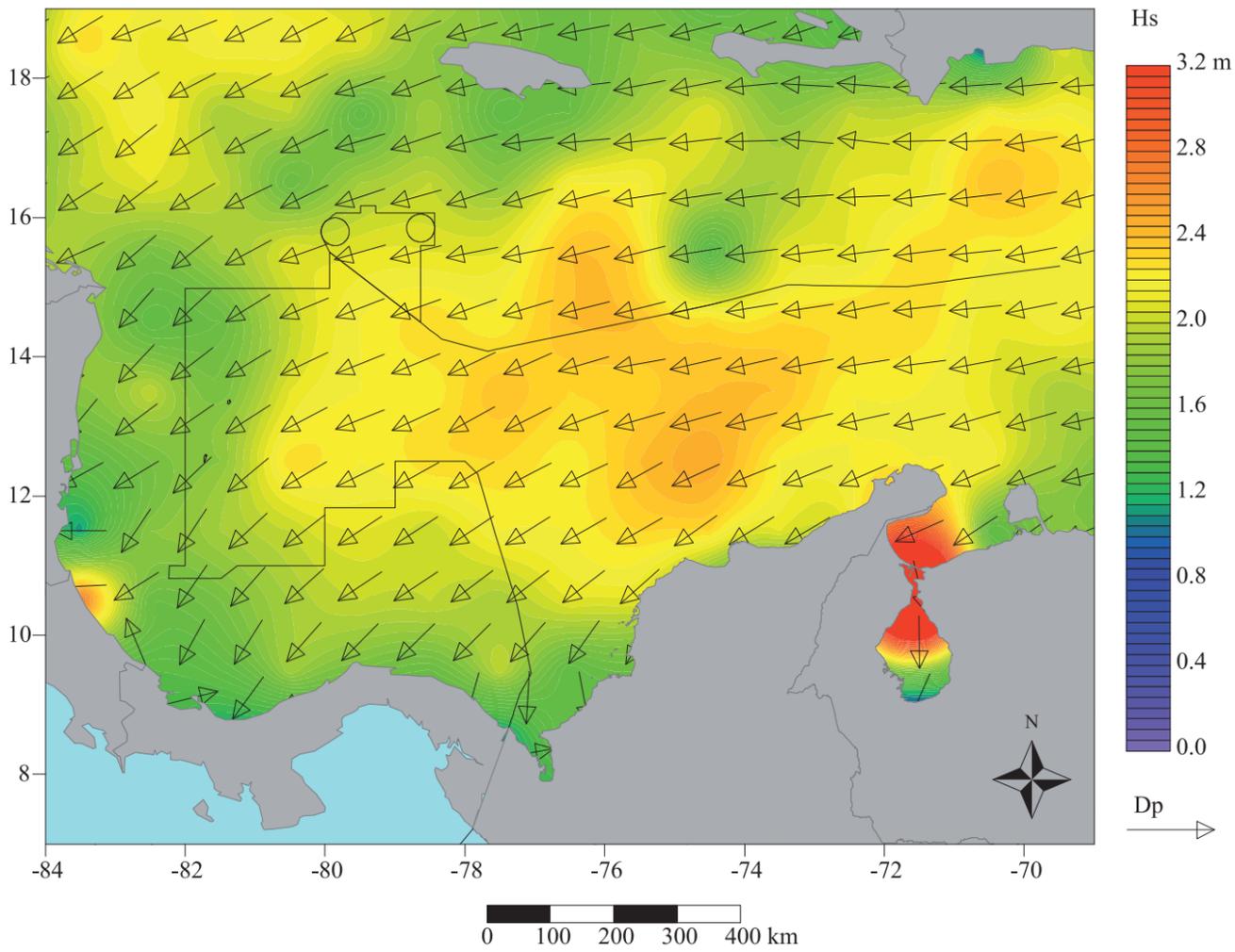
➤ **Figura 84a**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe en el mes de noviembre, escala en m s⁻¹; resolución de la malla de cálculo 0,5° × 0,5°. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos "Cersat Gridded data MWF QuikSCAT Sea Winds".

➤ **Figura 84b**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe colombiano en el mes de noviembre, escala en m s⁻¹; resolución de la malla de cálculo 0,5° × 0,5°. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos "Cersat Gridded data MWF QuikSCAT Sea Winds".



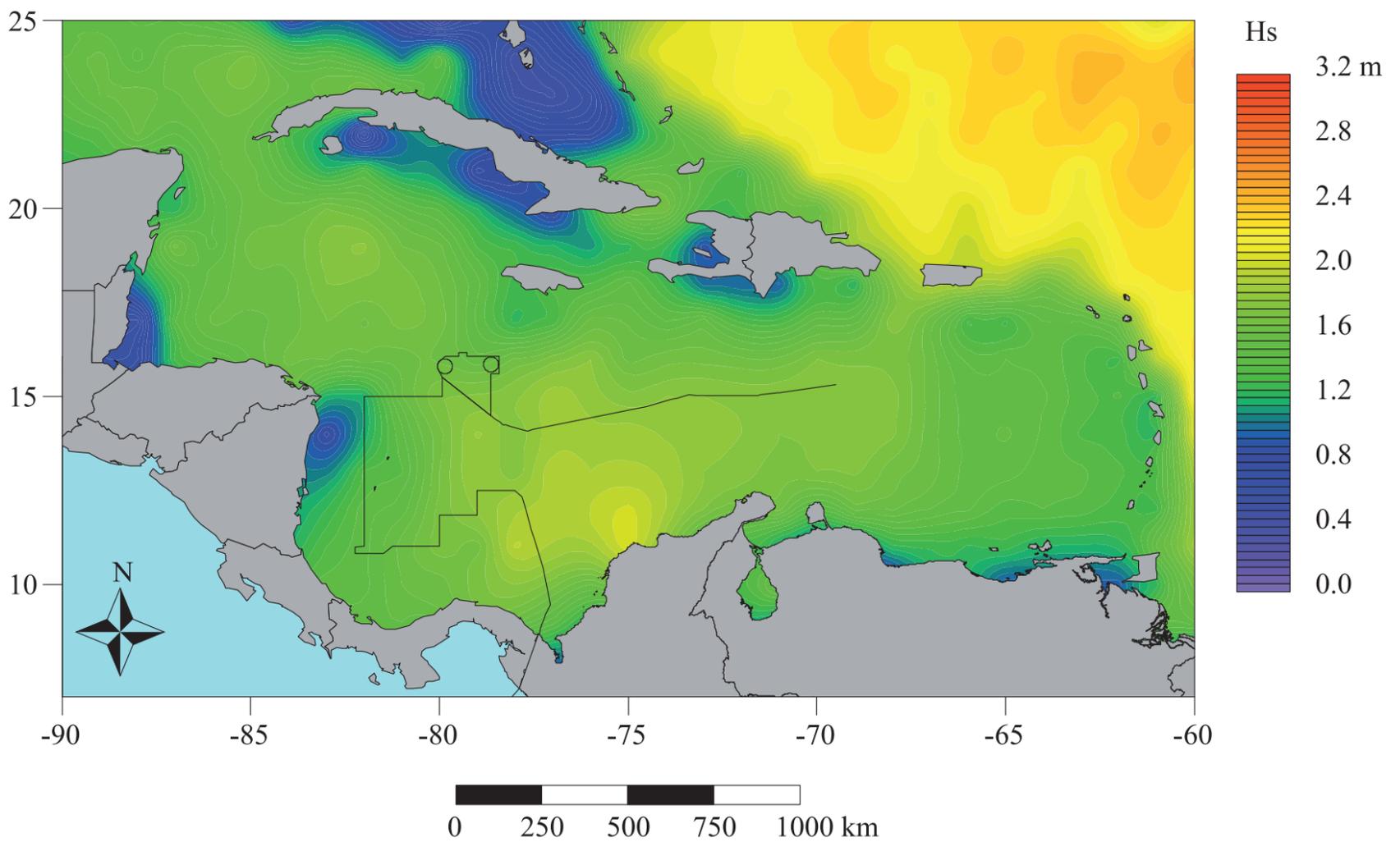


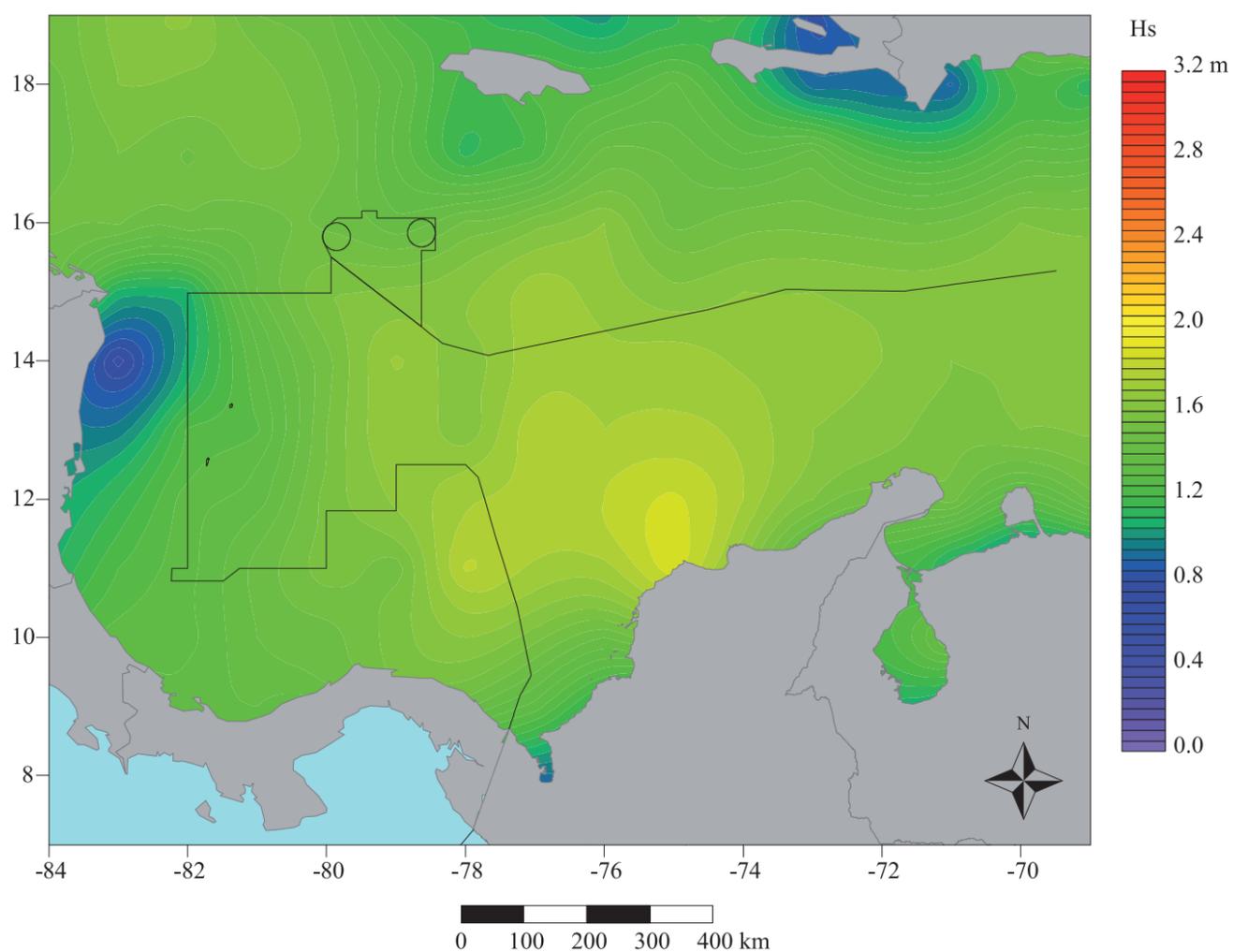
➤ **Figura 85**

Valor promedio de la altura significativa (Hs) de las olas, escala en m, y del valor promedio de la dirección de las olas para el mes de noviembre; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008. Base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 86a**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe en el mes de noviembre, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.



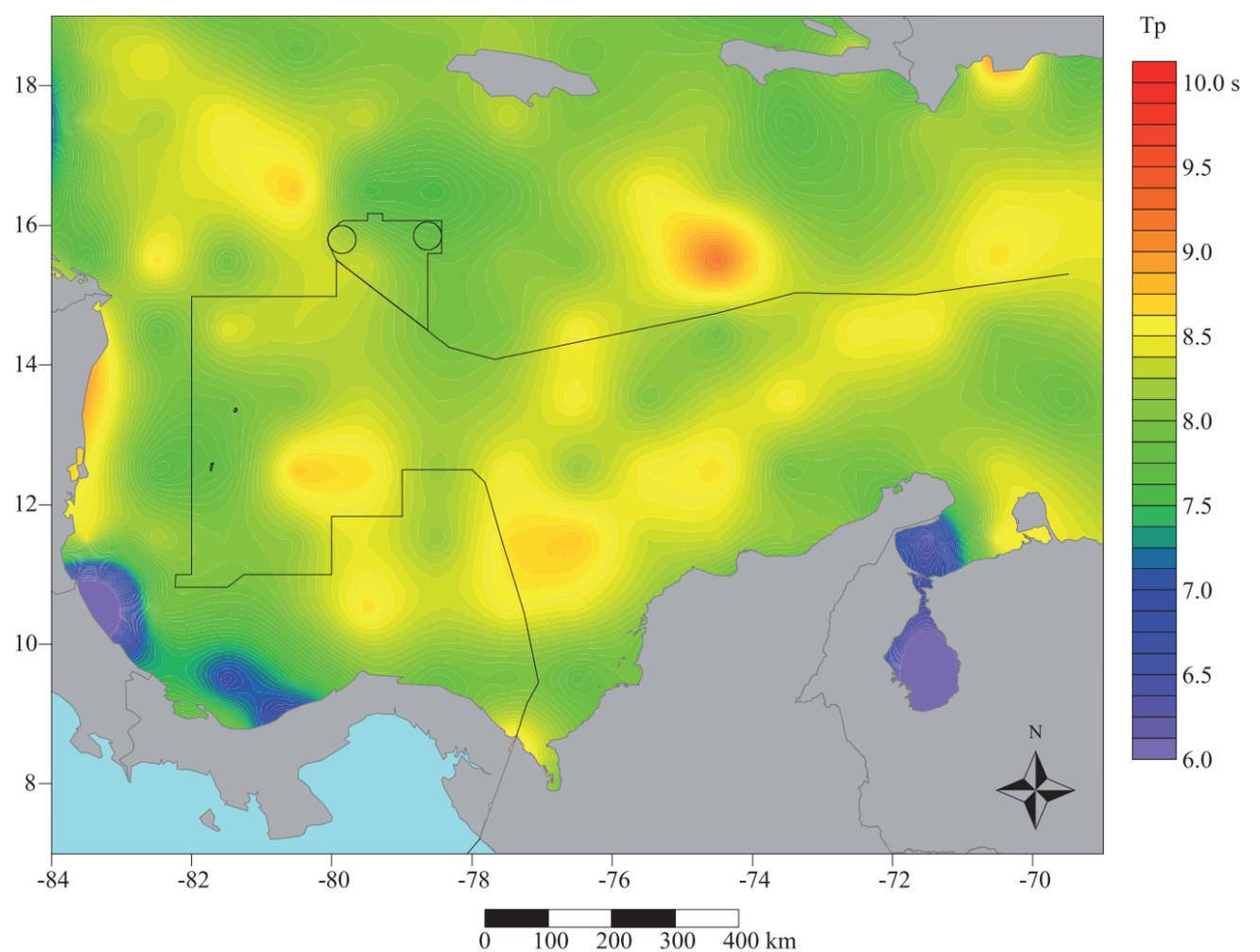


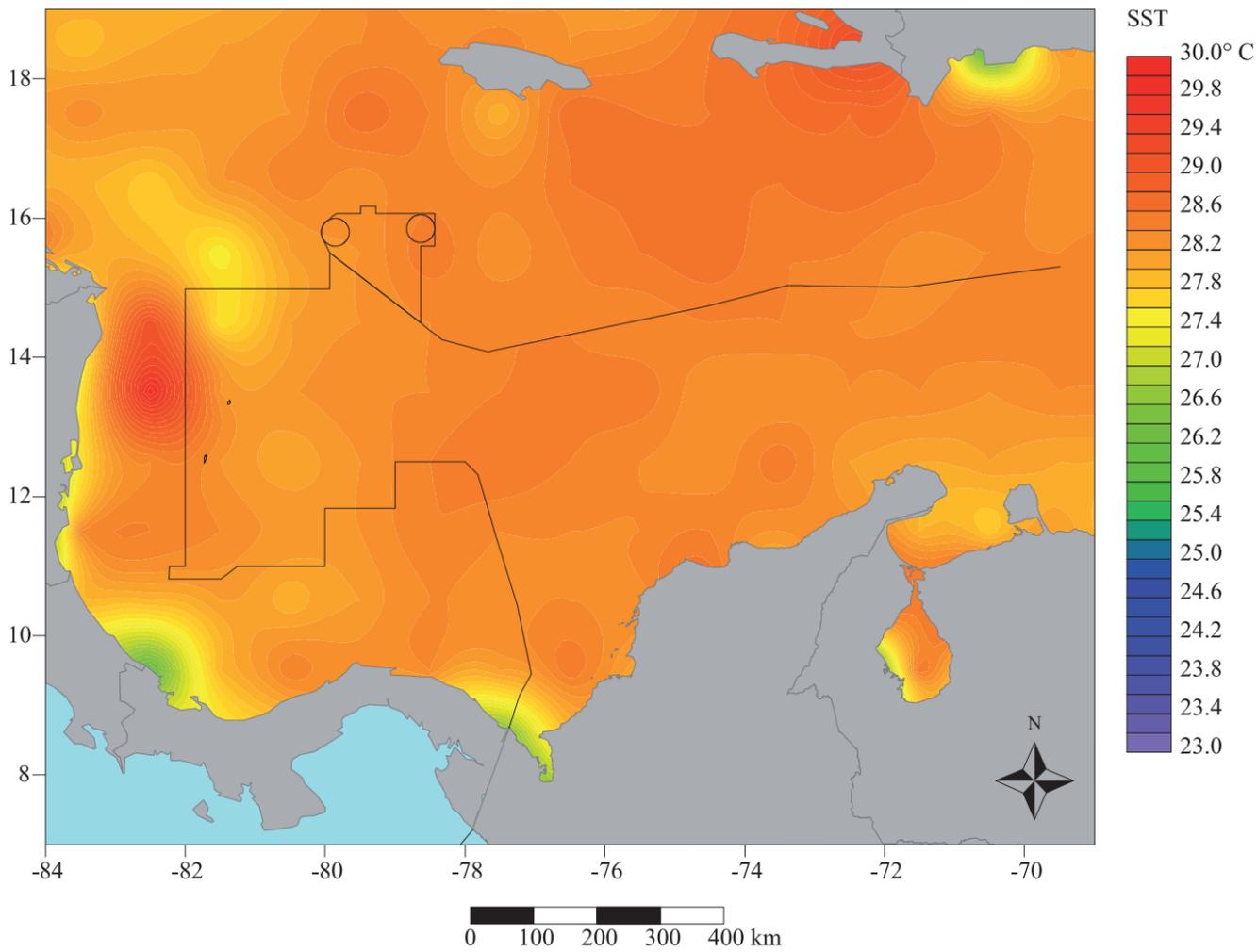
➤ **Figura 86b**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe colombiano en el mes de noviembre, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos "Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product".

➤ **Figura 87**

Valor promedio del periodo corregido de las olas para el mes de noviembre, escala en s; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".



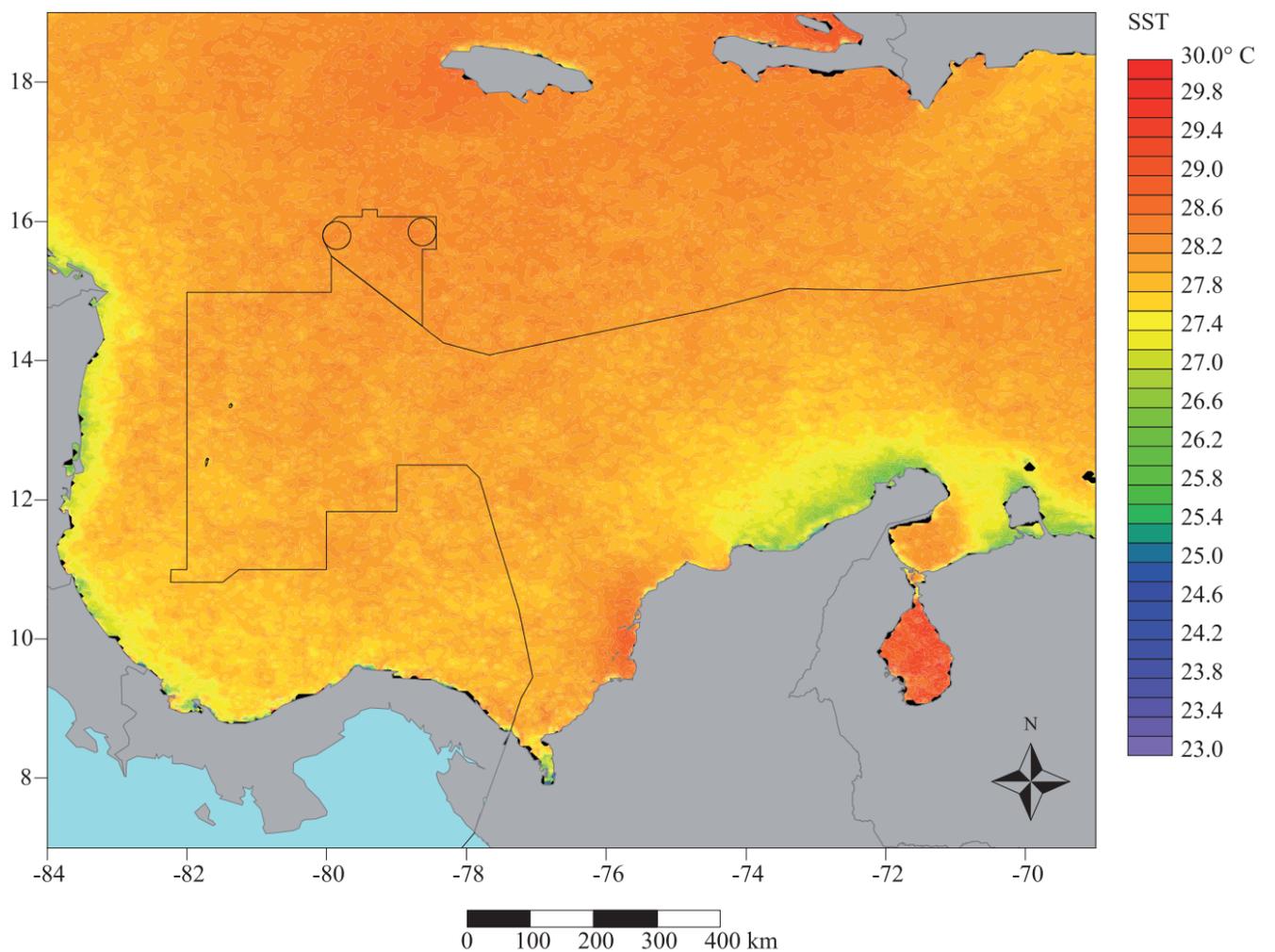


➤ **Figura 88**

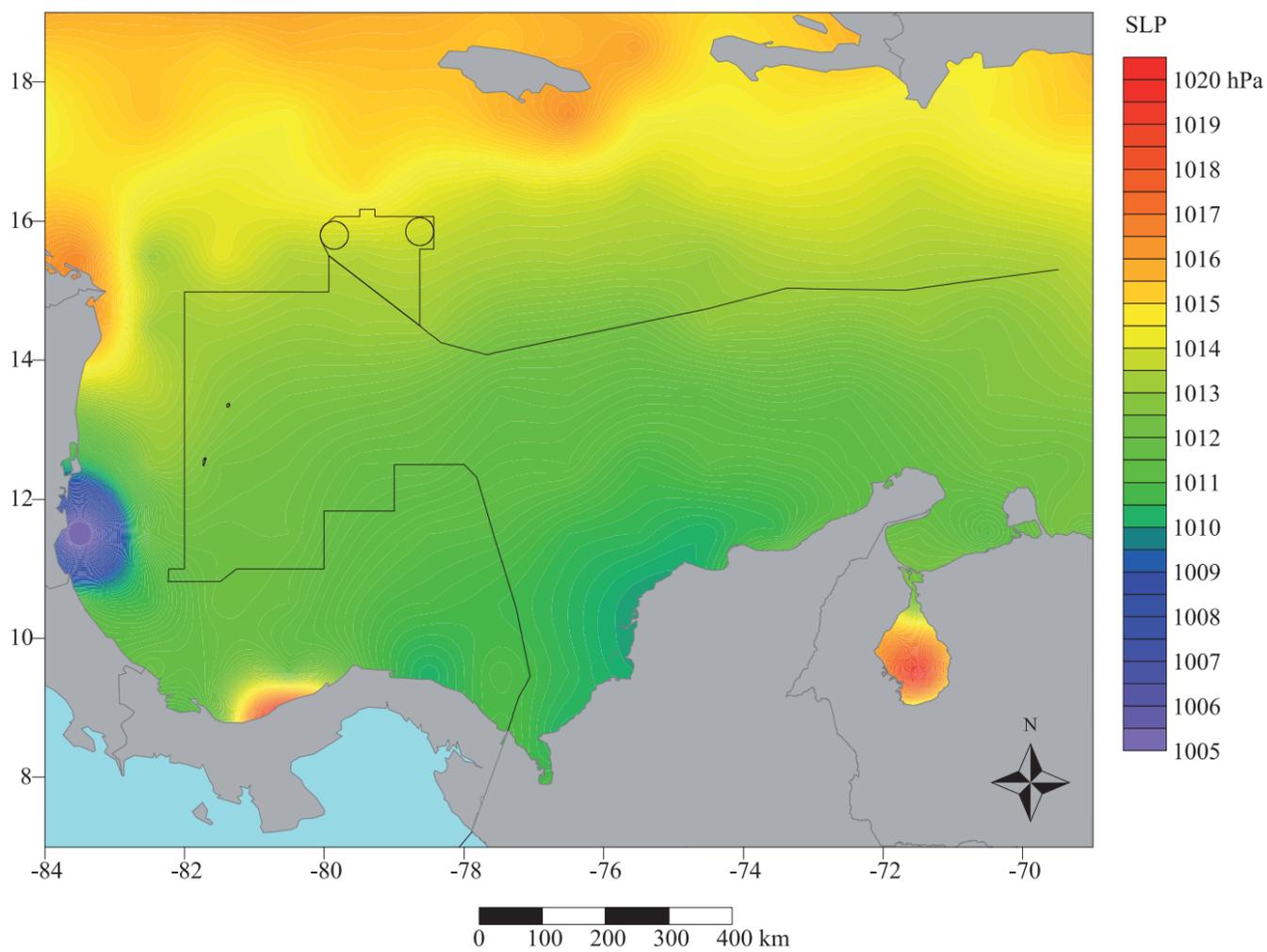
Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de noviembre, escala en °C; resolución de la malla de cálculo 1° × 1°. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 89**

Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de noviembre, escala en °C, resolución 4 km × 4 km. Observaciones por satélite para el periodo incluido entre 1 de septiembre de 1981 y el 31 de diciembre de 2007; base de datos “Noaa Pathfinder version 5”.



DICIEMBRE

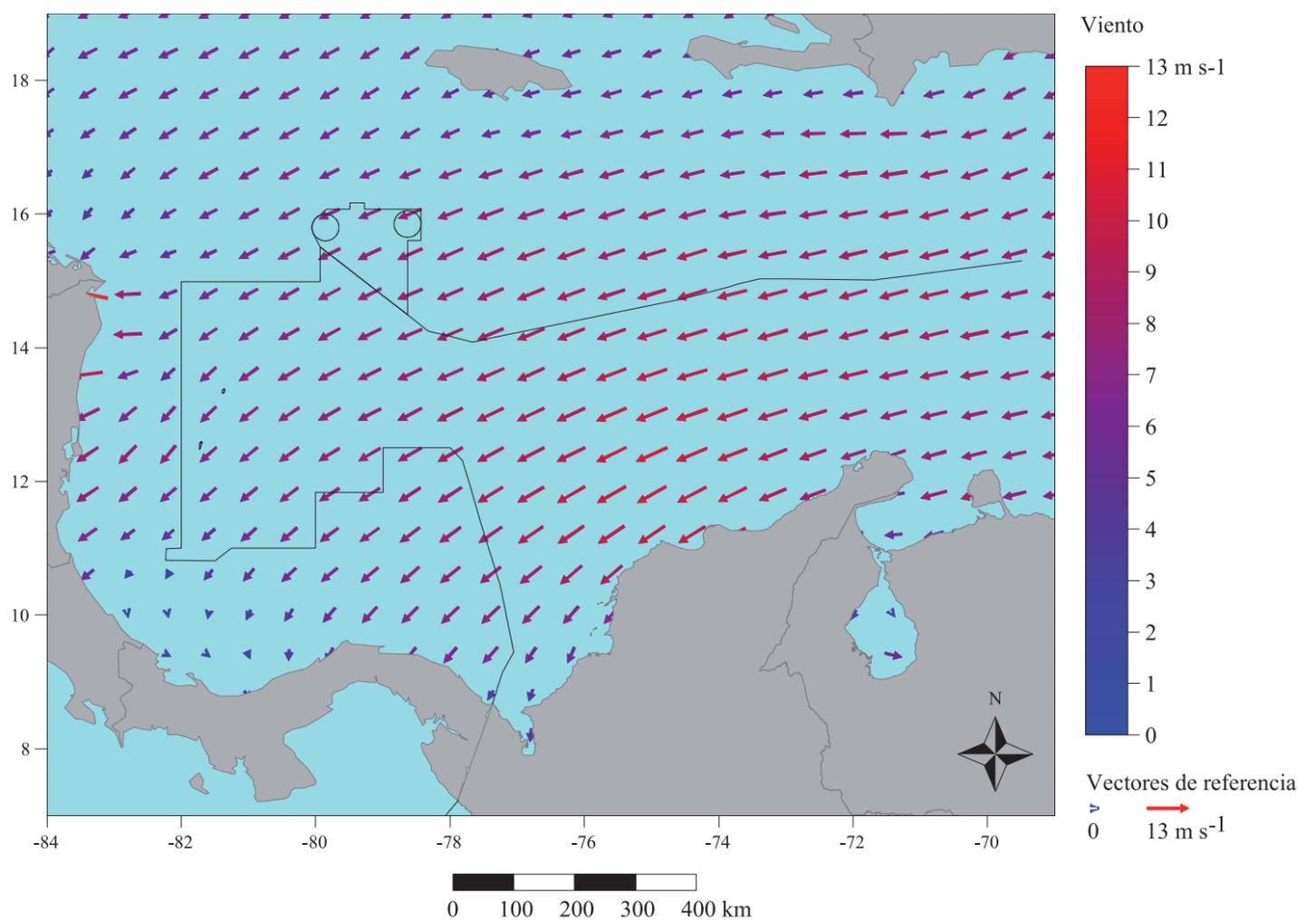


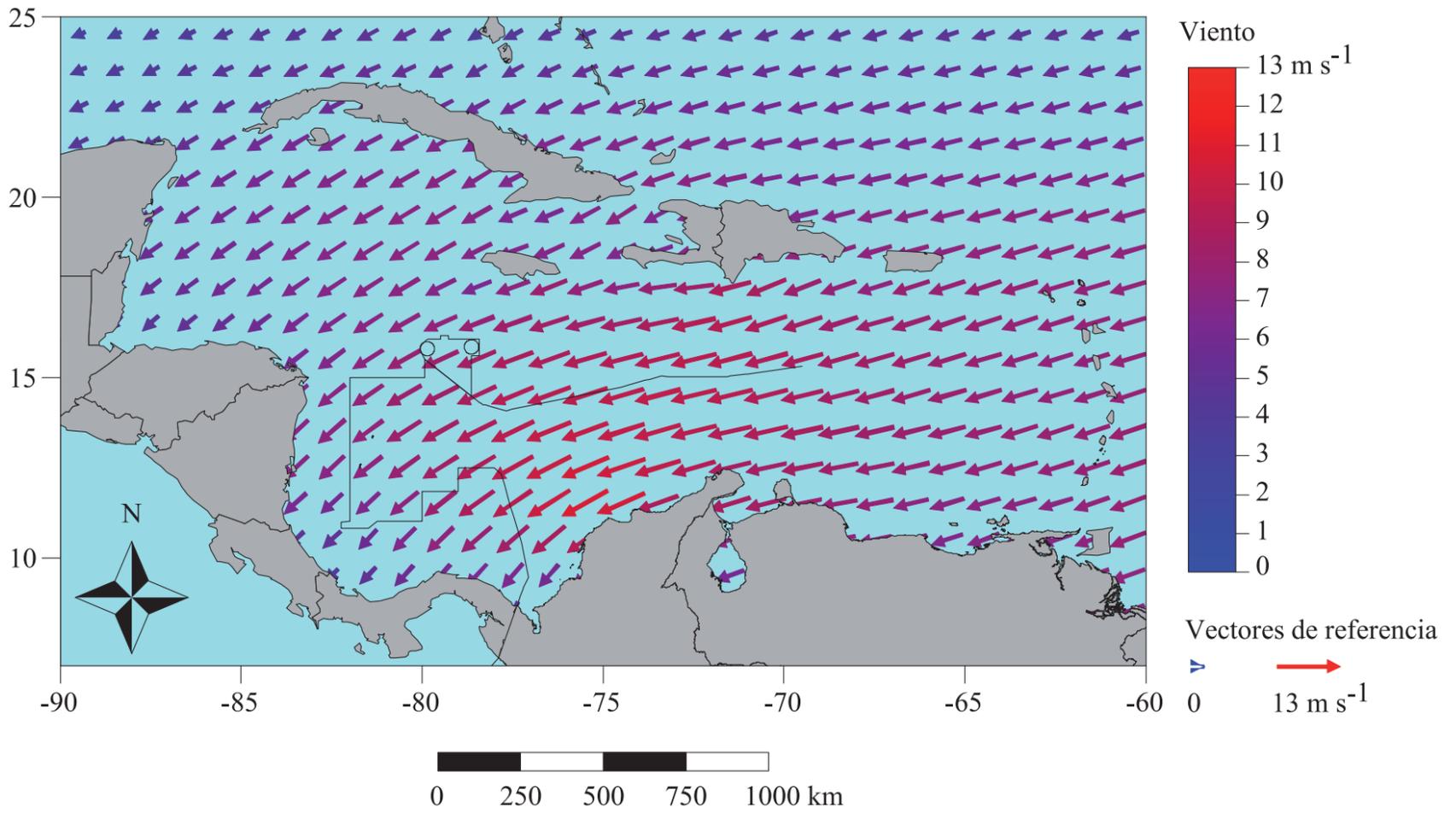
➤ **Figura 90**

Valor promedio de la presión atmosférica reducida al nivel del mar para el mes de diciembre, escala en hPa; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".

➤ **Figura 91**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el mes de diciembre, escala en $m\ s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".



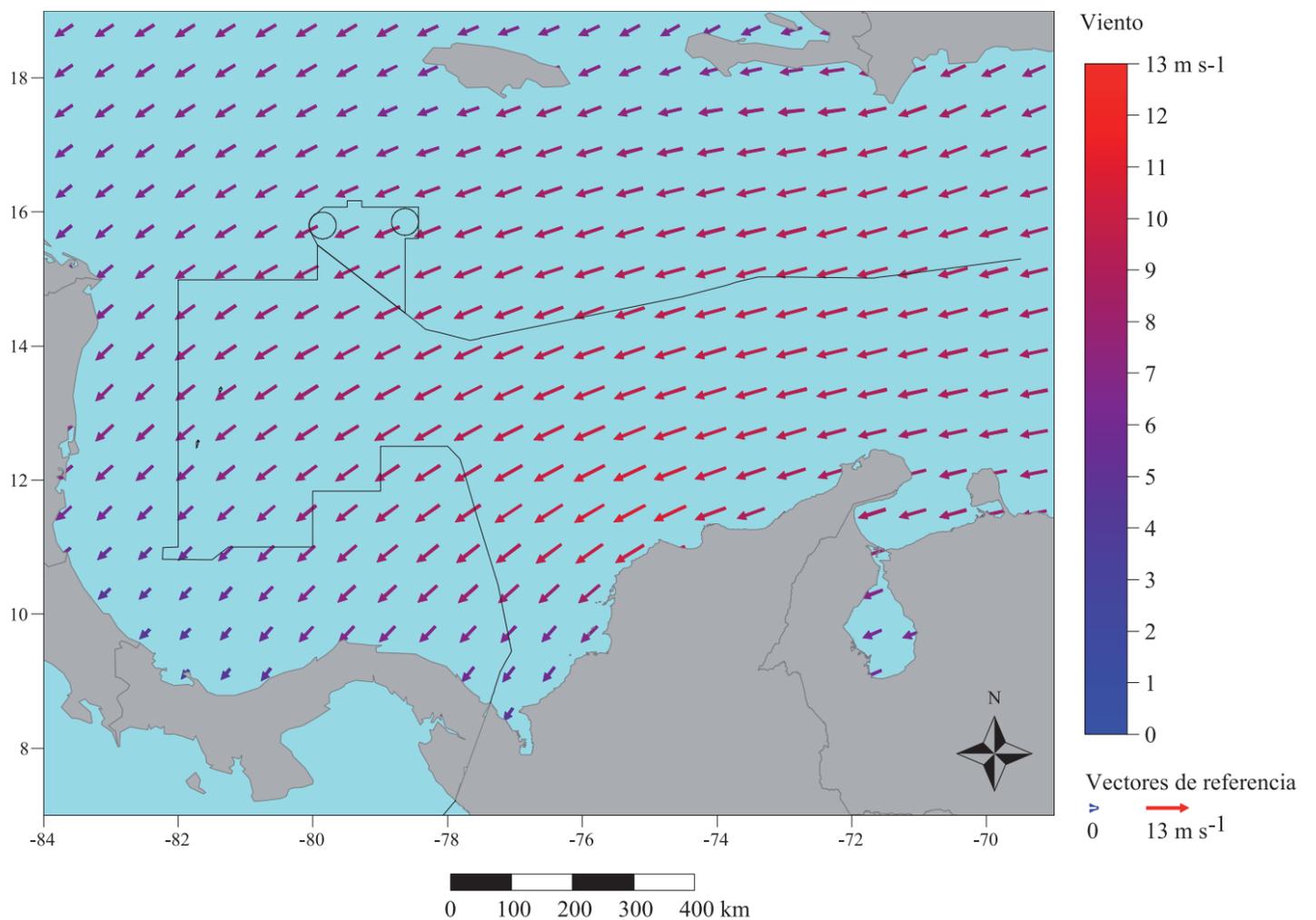


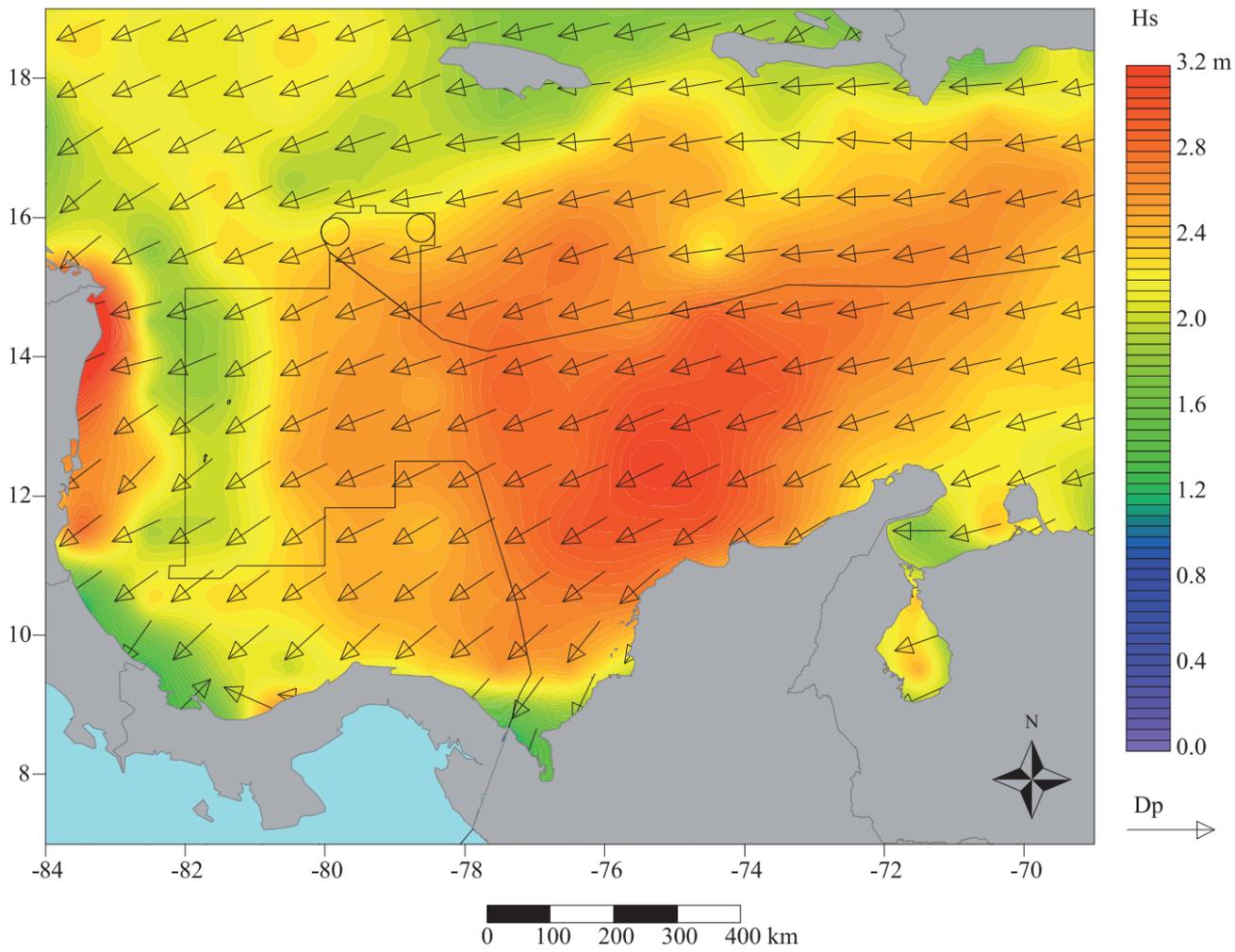
➤ **Figura 92a**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe en el mes de diciembre, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT Sea Winds”.

➤ **Figura 92b**

Valor promedio de la dirección y velocidad del viento para el Caribe colombiano en el mes de diciembre, escala en $m s^{-1}$; resolución de la malla de cálculo $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$. Datos del satélite QuikSCAT para el periodo incluido entre el 20 de julio de 1999 y el 21 de noviembre de 2009; base de datos “Cersat Gridded data MWF QuikSCAT Sea Winds”.



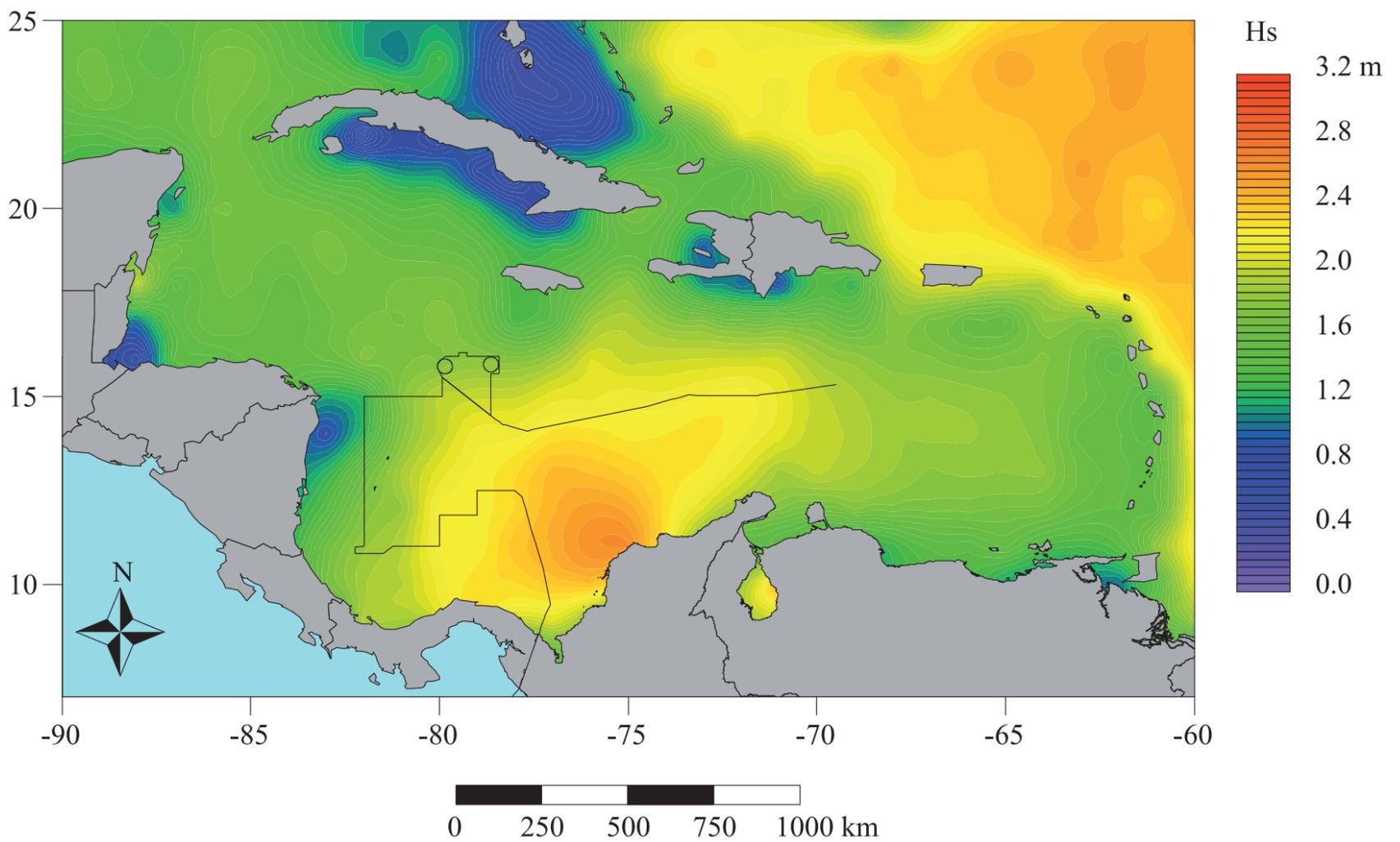


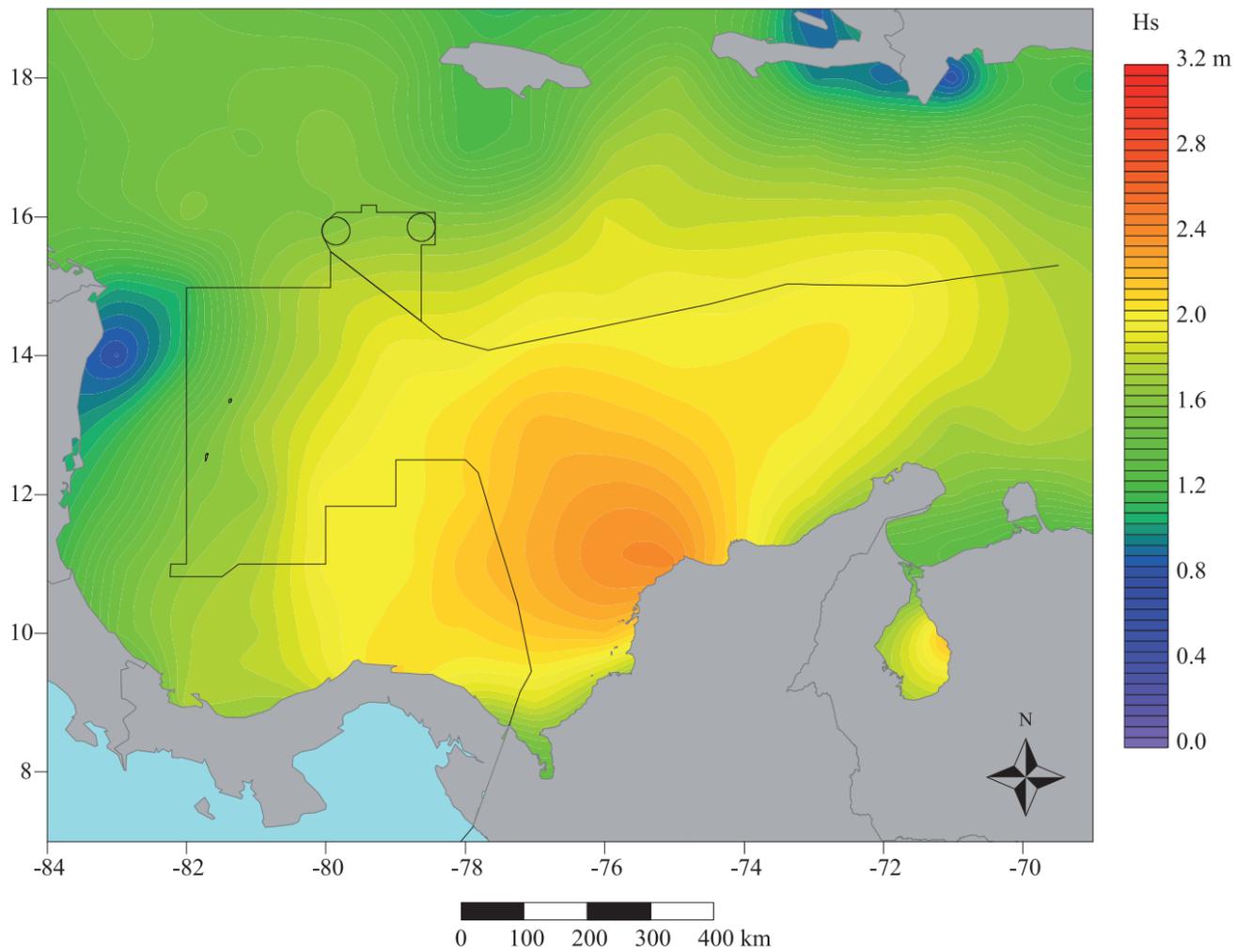
➤ **Figura 93**

Valor promedio de la altura significativa (Hs) de las olas, escala en m, y del valor promedio de la dirección de las olas para el mes de diciembre; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008. Base de datos "Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5".

➤ **Figura 94a**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe en el mes de diciembre, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos "Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product".



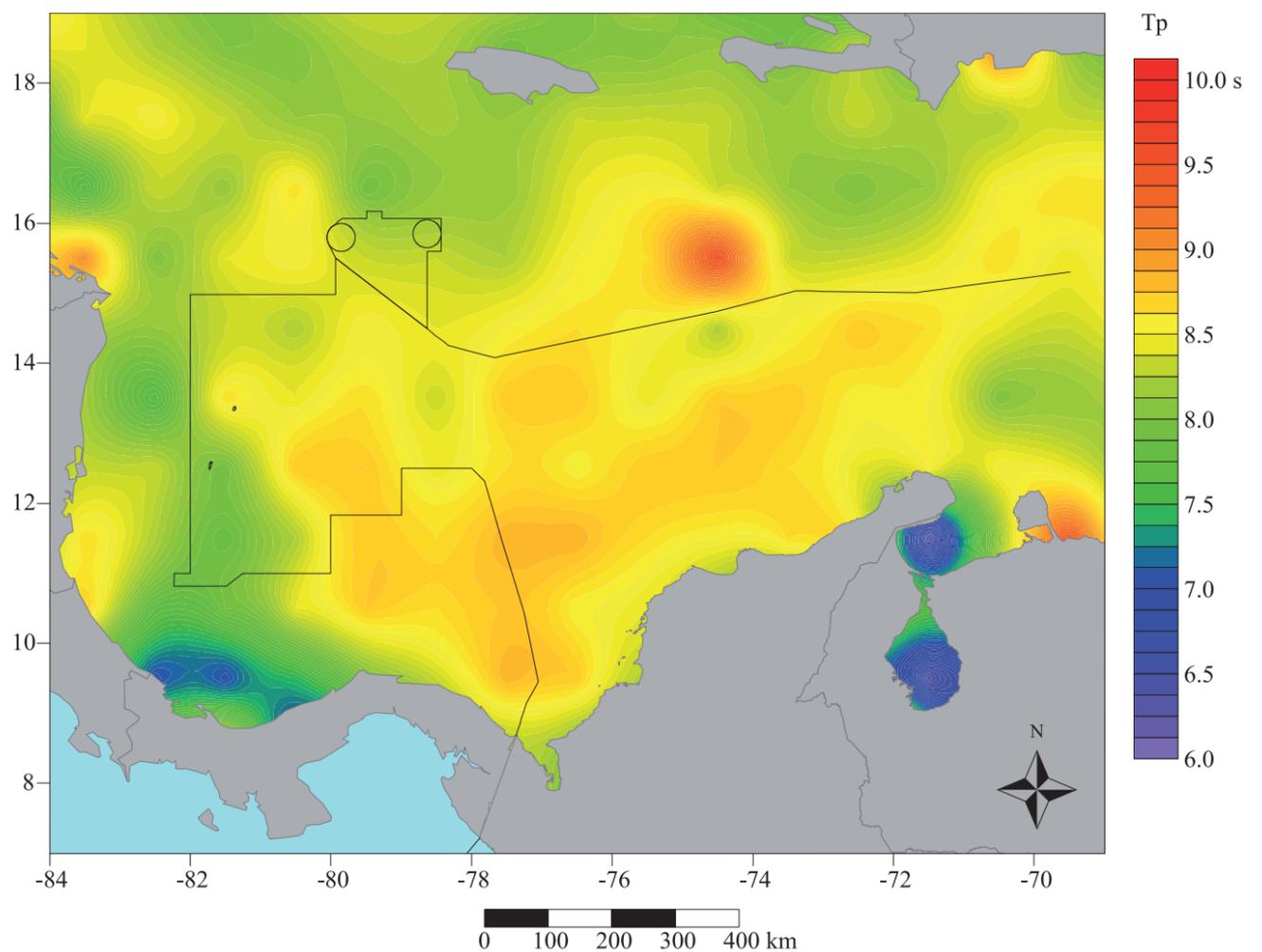


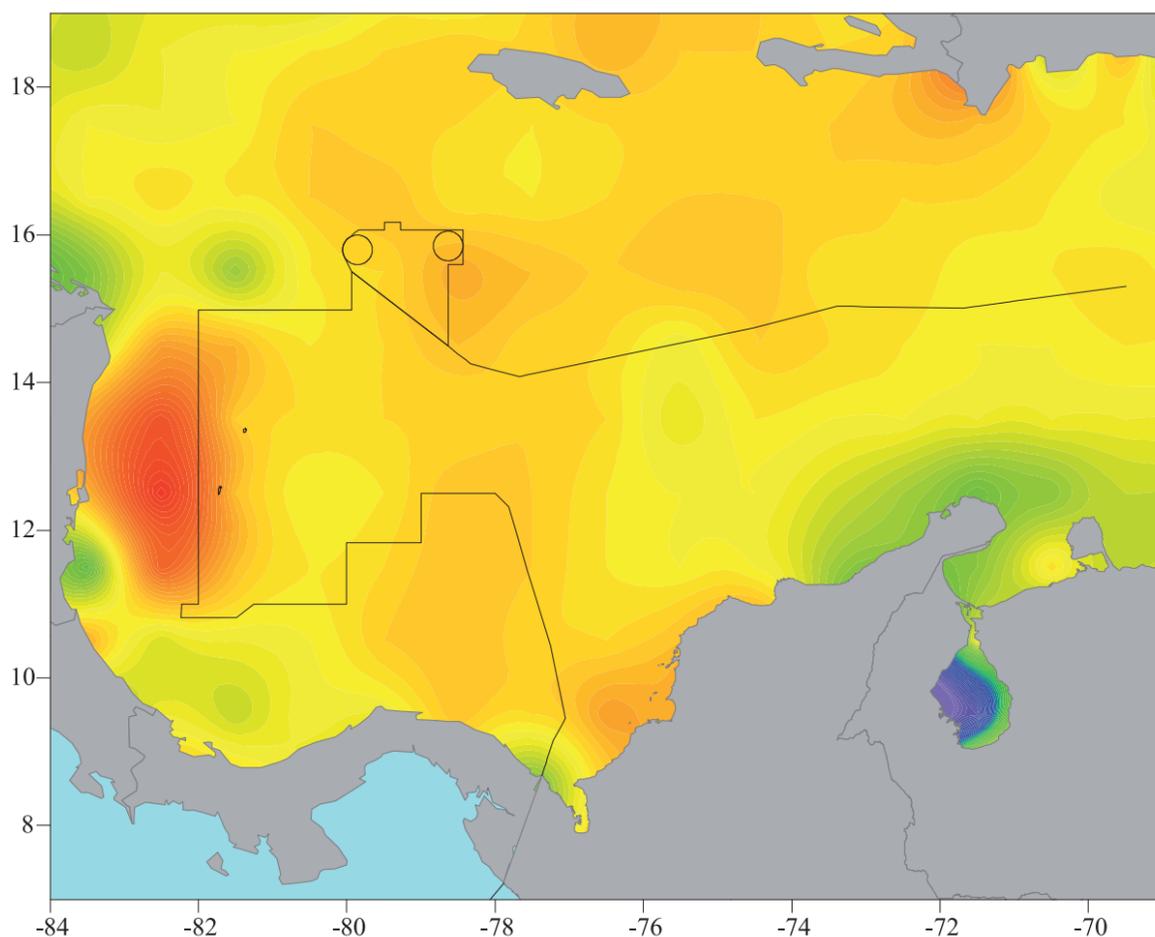
➤ **Figura 94b**

Valor promedio de la altura de la ola significativa (Hs) para el Caribe colombiano en el mes de diciembre, escala en m; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de altimetría radar para el periodo incluido entre el 25 de septiembre de 1992 y el 1 de agosto de 2011; base de datos “Aviso delayed Time Corrected Sea Surface Heights Monomission altimeter product”.

➤ **Figura 95**

Valor promedio del periodo corregido de las olas para el mes de diciembre, escala en s; resolución de la malla de cálculo $1^\circ \times 1^\circ$. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.



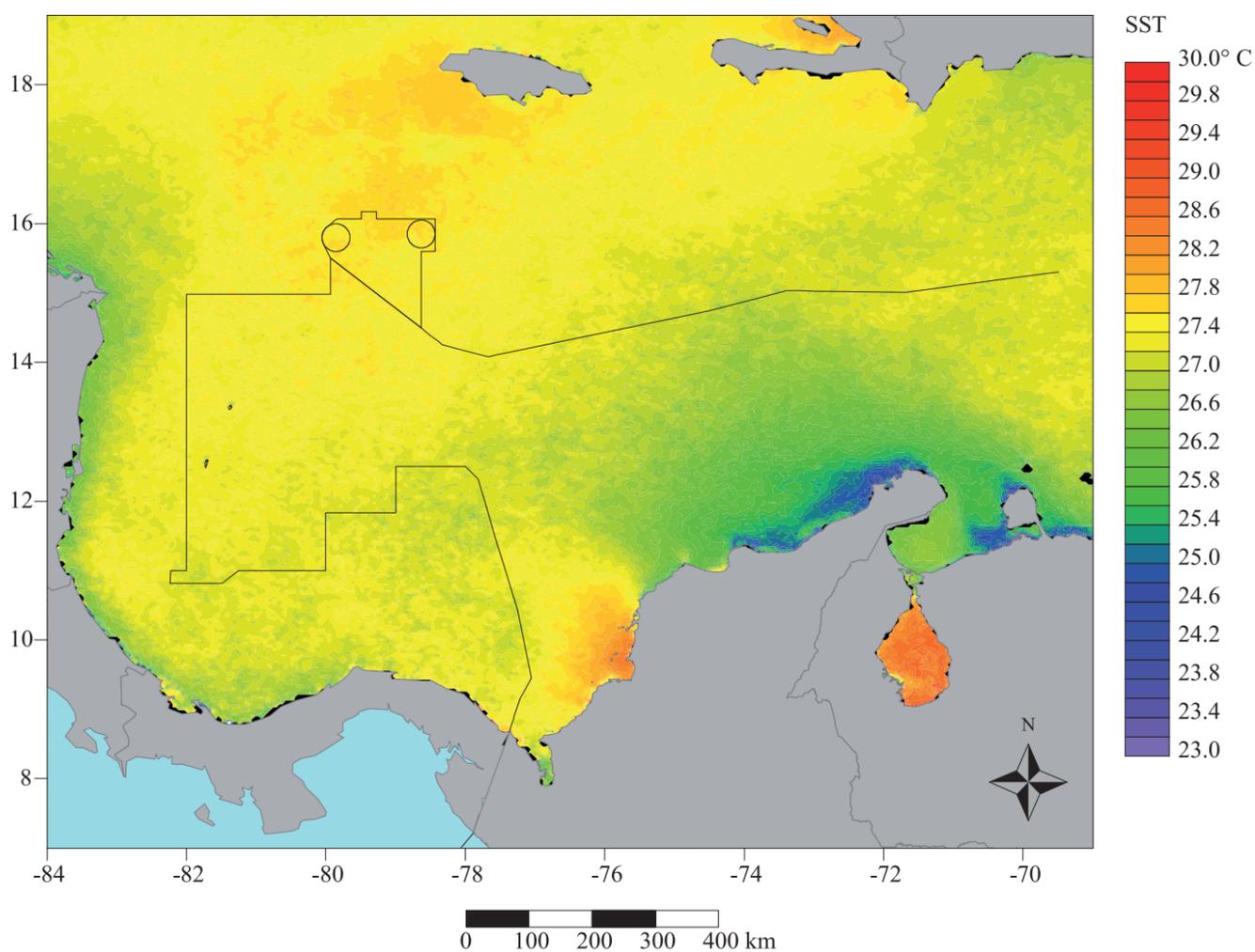


➤ **Figura 96**

Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de diciembre, escala en °C; resolución de la malla de cálculo 1° × 1°. Datos de observación visual del mar para el periodo incluido entre el 1 de enero de 1963 y 31 de diciembre de 2008; base de datos “Icoads International Maritime Meteorological Archive Release 2.5”.

➤ **Figura 97**

Valor promedio de la temperatura de superficie del océano para el mes de diciembre, escala en °C, resolución 4 km × 4 km. Observaciones por satélite para el periodo incluido entre 1 de septiembre de 1981 y el 31 de diciembre de 2007; base de datos “Noaa Pathfinder version 5”.

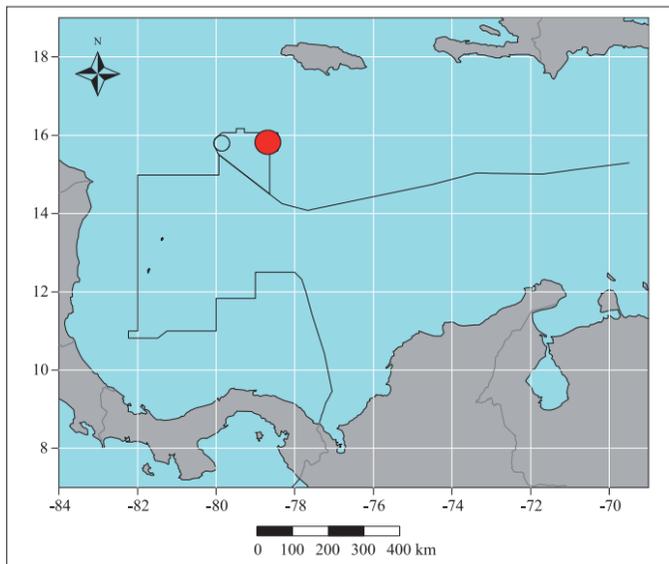


DATOS POR TEMPORADAS

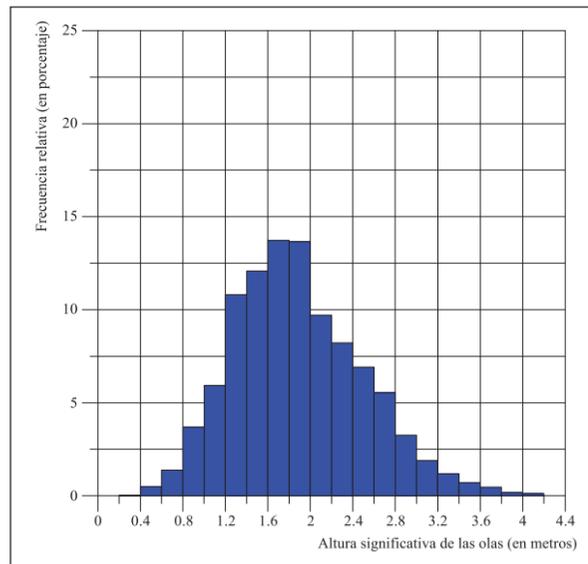


Se presentan a continuación datos por temporadas, basados en los tres periodos estacionales claramente definidos para el Caribe colombiano; estación 1: de diciembre a marzo, estación 2: de abril a julio y estación 3: de agosto a noviembre. El análisis se realizó para nueve sitios tanto del archipiélago de San Andrés y Providencia como cercanos a la costa: Bajo Alicia, Cayo Roncador, San Andrés, bahía Honda, Riohacha, Santa Marta, Puerto Colombia, Cartagena y Urabá. Luego del análisis de las bases de datos reseñadas, en los periodos de tiempo indicados, se realizaron las gráficas marcadas con los números 9 al 11 de los siguientes parámetros: altura significativa, periodo y dirección de las olas; altura de las olas en función de la dirección, dirección de las olas en función del periodo y altura de las olas en función del periodo.

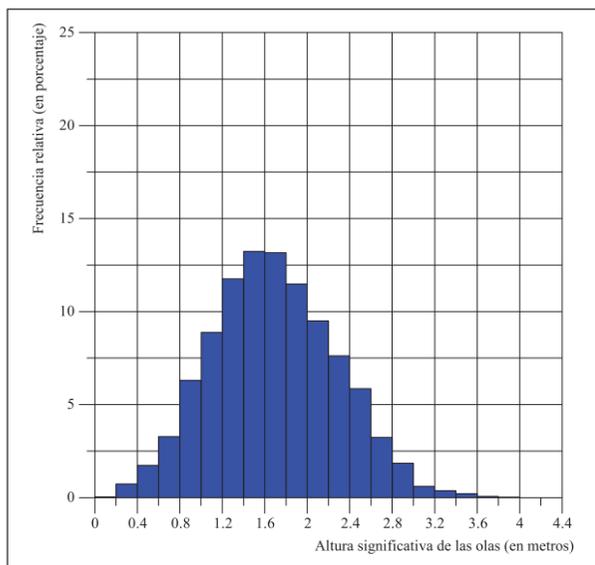
BAJO NUEVO



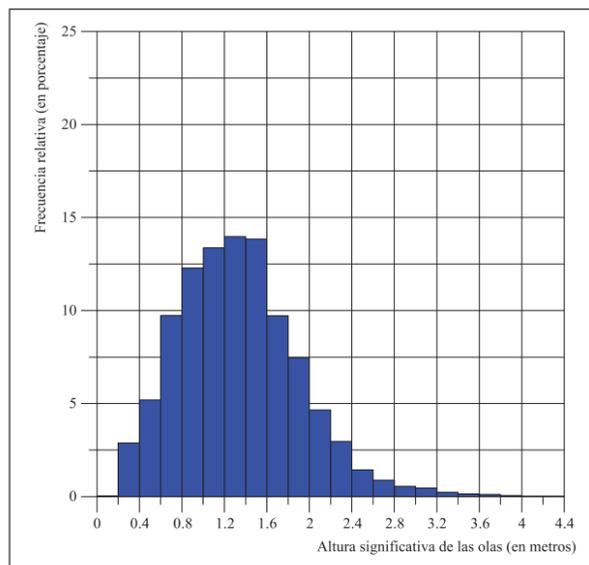
a: Localización.



b: meses de diciembre hasta marzo.



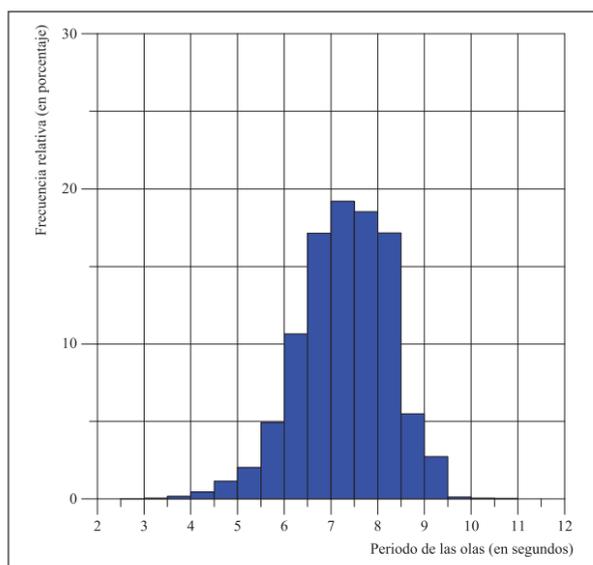
c: meses de abril hasta julio.



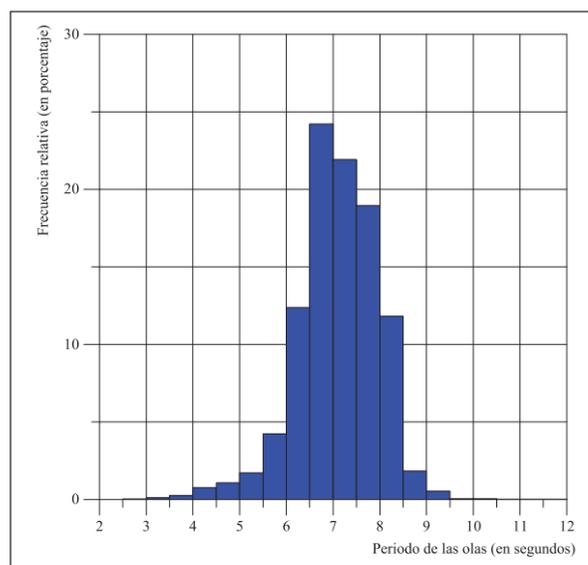
d: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 98. a-d

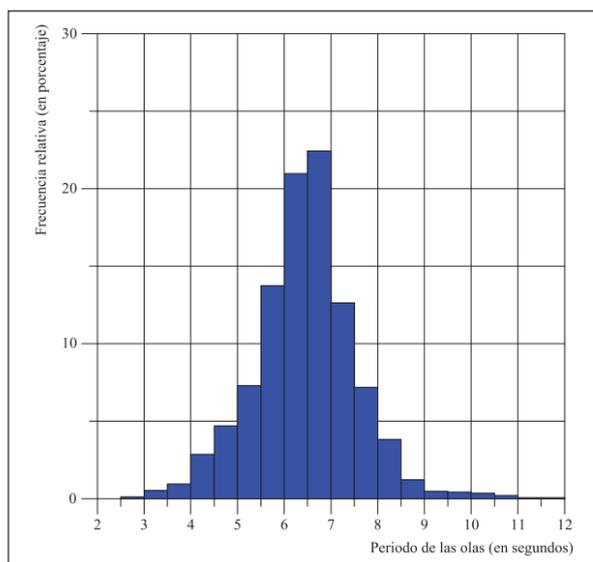
Histogramas de la altura significativa (H_s) de las olas para el punto “Bajo Nuevo”, escala en m; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



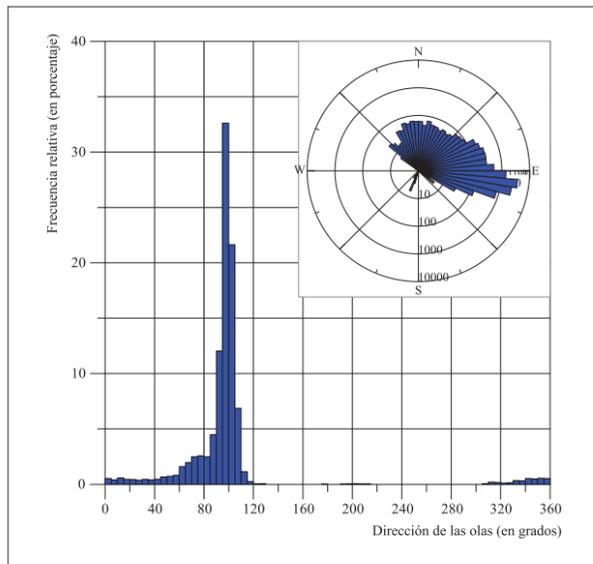
b: meses de abril hasta julio.



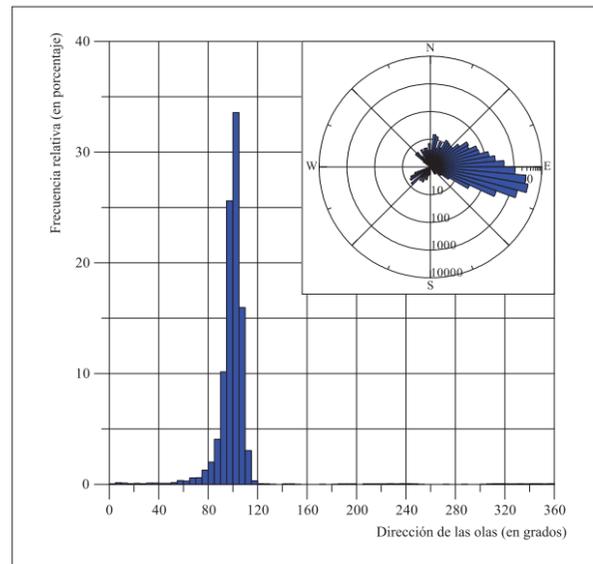
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 99. a-c

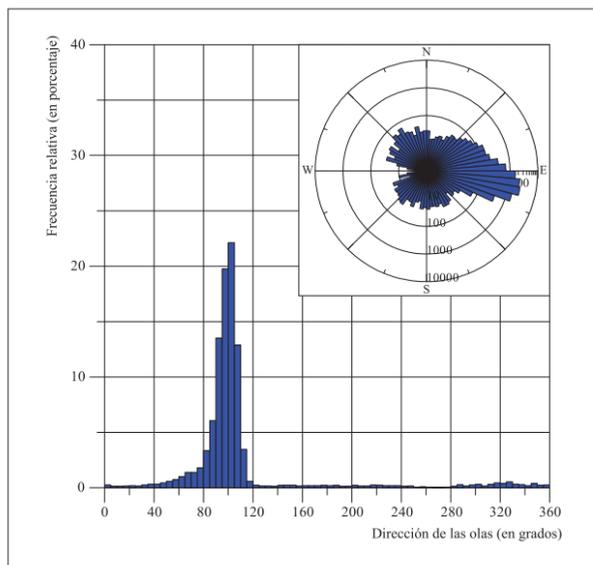
Histogramas del periodo (T_p) de las olas para el punto “Bajo Nuevo”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.

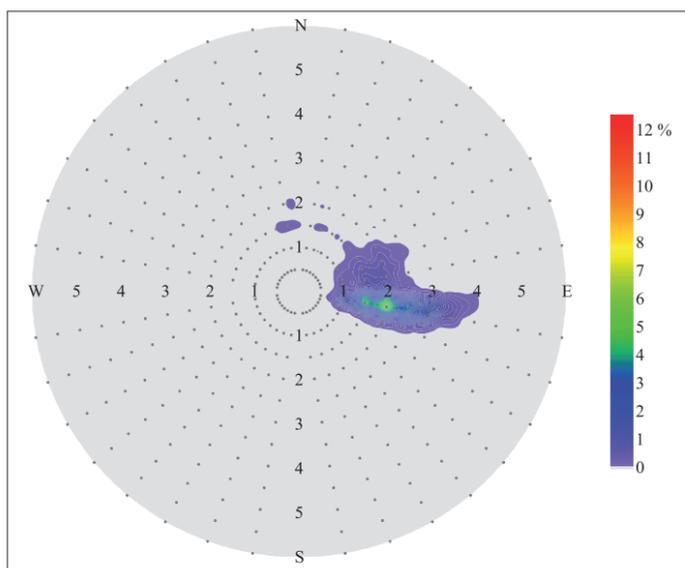


b: meses de abril hasta julio.

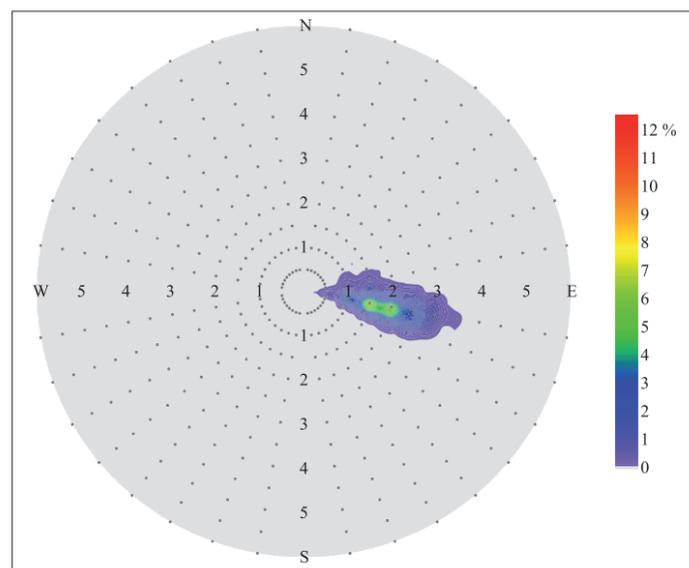


c: meses de agosto hasta noviembre.

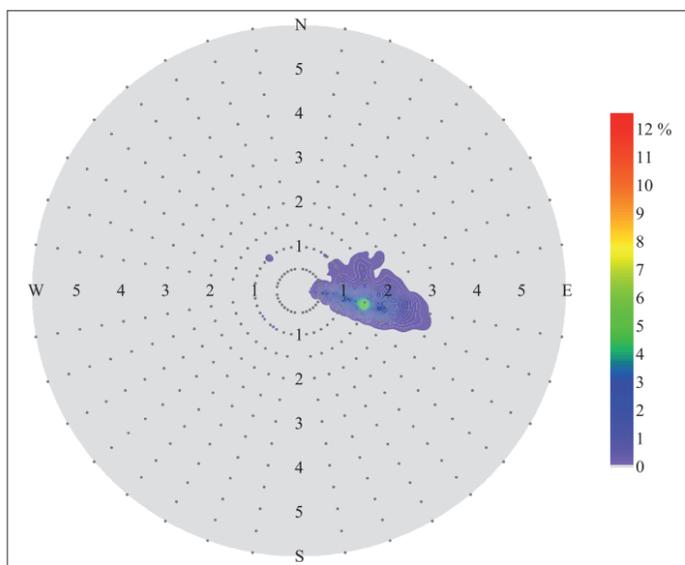
Figura 100. a-c
Histograma y gráfico polar de la dirección (Dp) de las olas para el punto “Bajo Nuevo”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



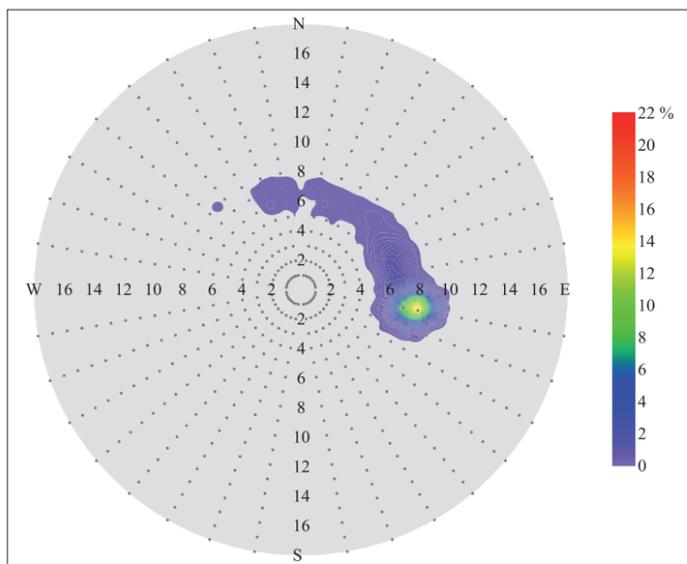
b: meses de abril hasta julio.



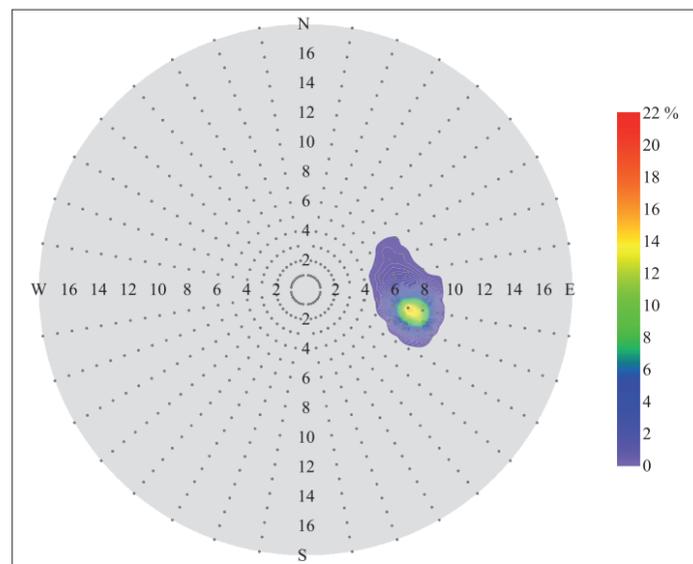
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 101. a-c
Diagrama polar de la altura de las olas expresada en metros en función de la dirección en grados para el punto “Bajo Nuevo”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011, Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

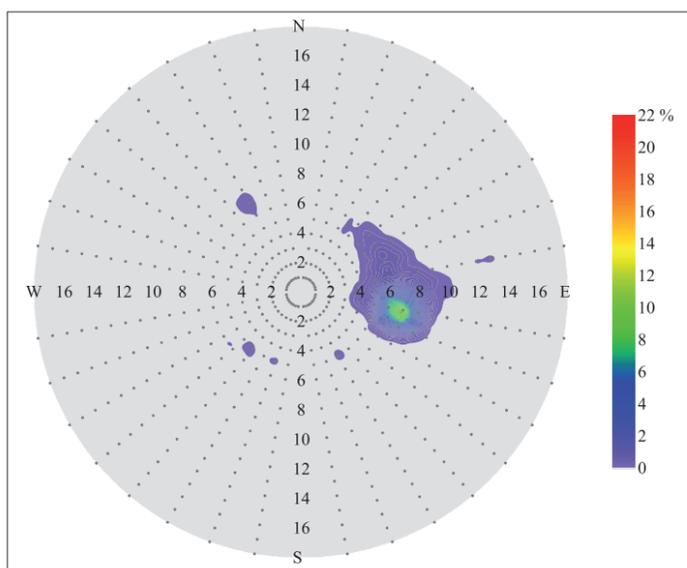
DATOS POR TEMPORADAS ■ BAJO NUEVO



a: meses de diciembre hasta marzo.



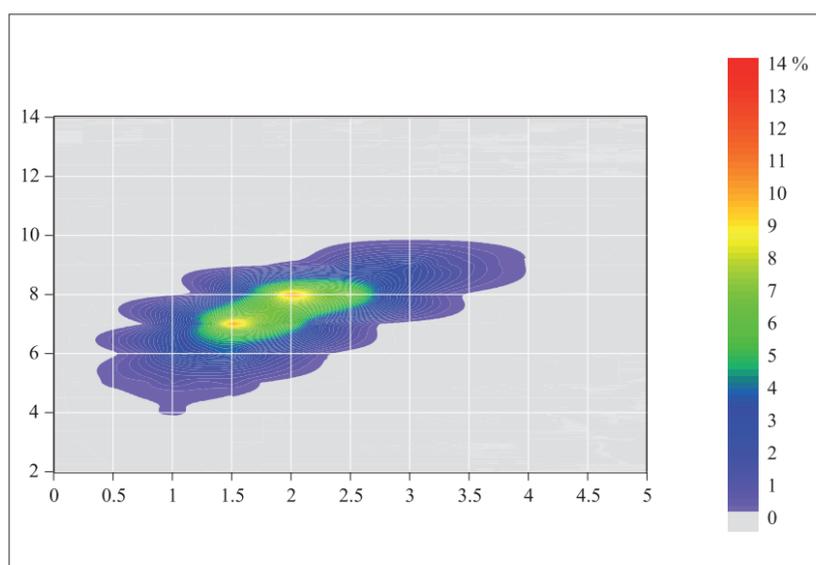
b: meses de abril hasta julio.



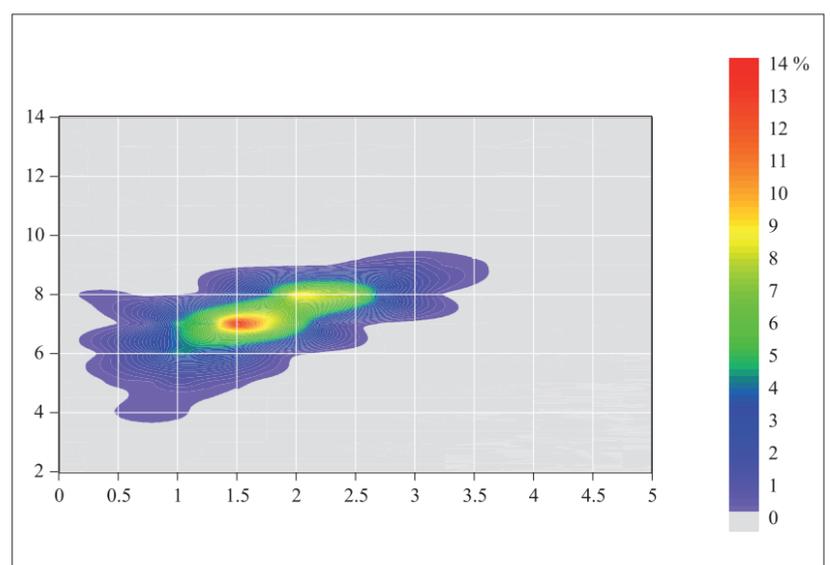
c: meses de agosto hasta noviembre

Figura 102. a-c

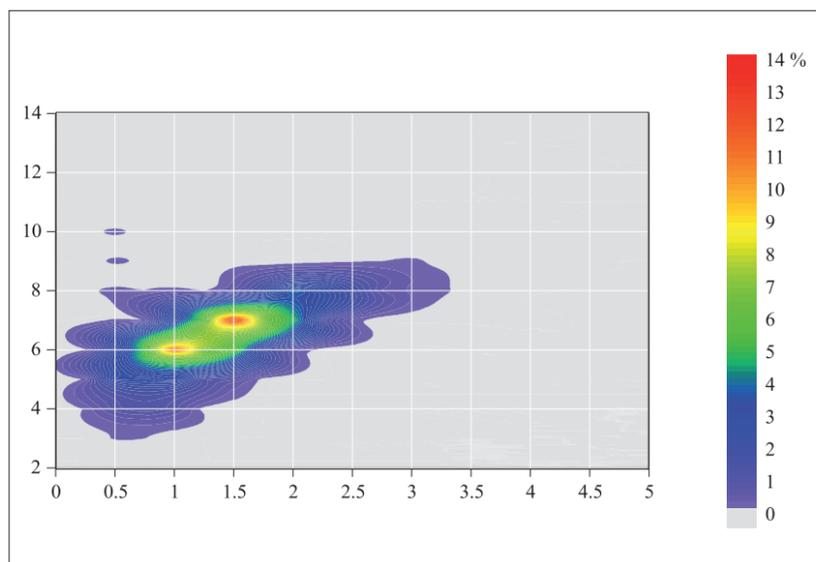
Diagrama polar de la dirección de las olas expresada en grados en función del periodo en segundos para el punto "Bajo Nuevo"; datos del modelo WaveWatch III, del "Western North Atlantic 0.25 degree model" del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del "10 minute regional Atlantic grid" del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos "Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction".



a: meses de diciembre hasta marzo.



b: meses de abril hasta julio.

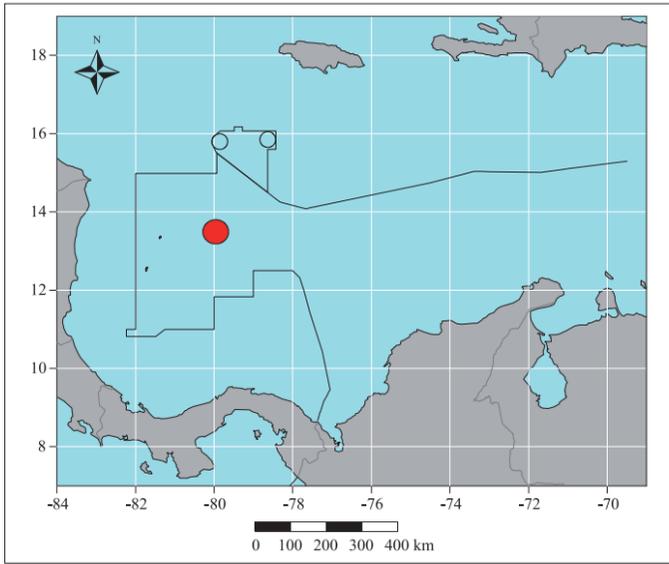


c: meses de agosto hasta noviembre

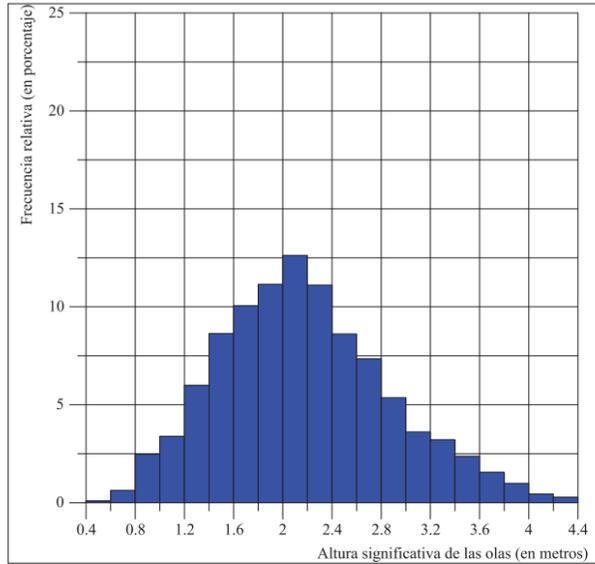
Figura 103. a-c

Correlograma de la altura de las olas expresada en metros en función del periodo en segundos para el punto "Bajo Nuevo"; datos del modelo WaveWatch III, del "Western North Atlantic 0.25 degree model" del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del "10 minute regional Atlantic grid" del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos "Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction".

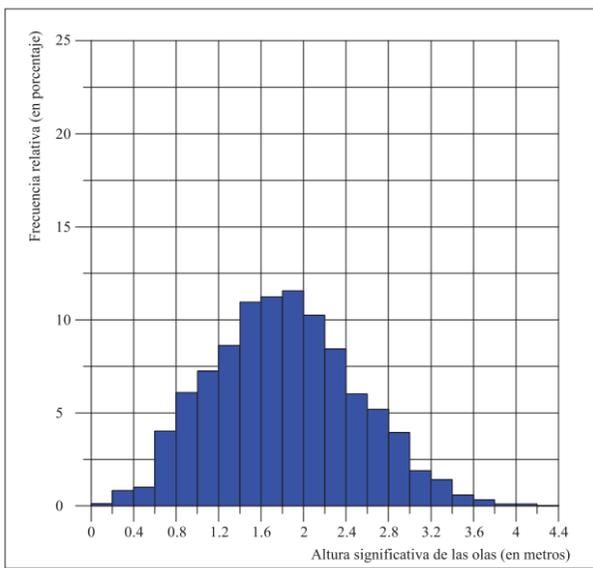
CAYO RONCADOR



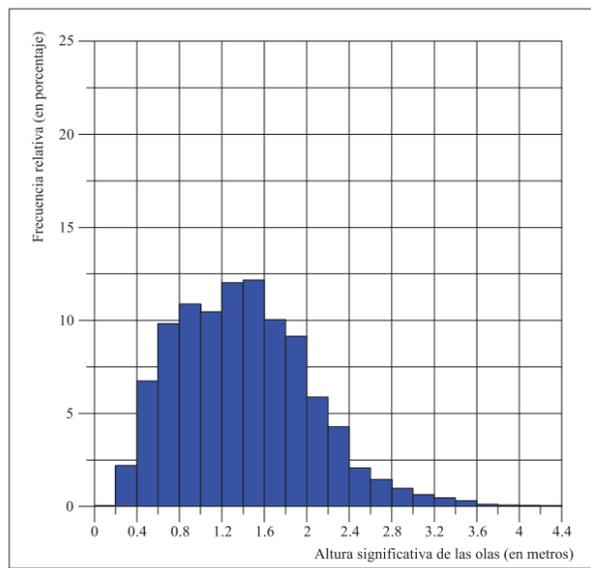
a: Localización.



b: meses de diciembre hasta marzo.



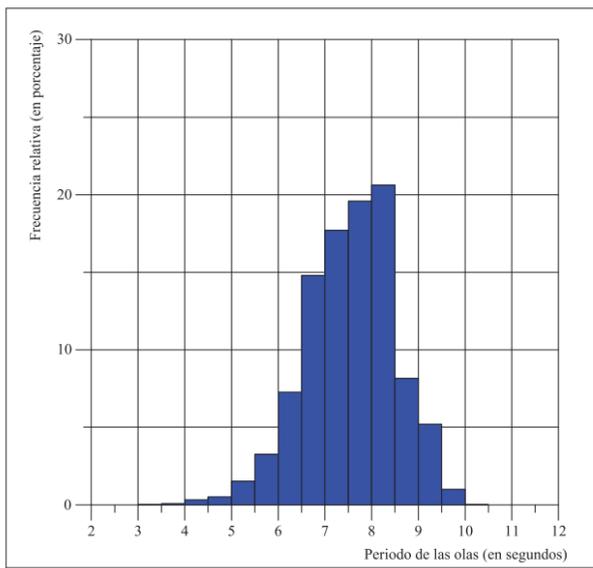
c: meses de abril hasta julio.



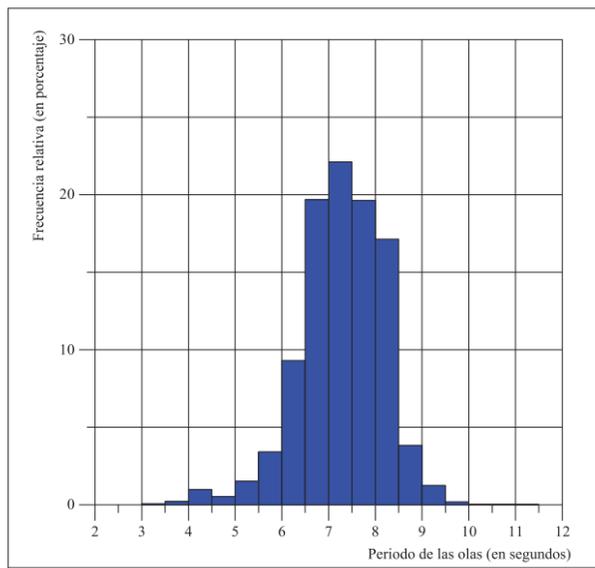
d: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 104. a-d

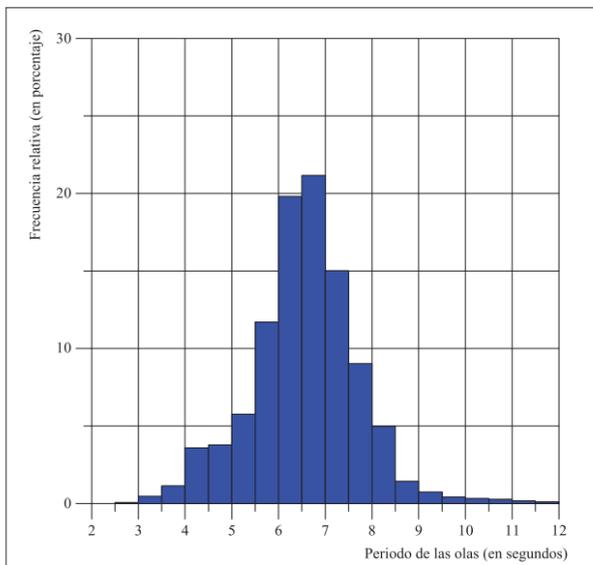
Histogramas de la altura significativa (H_s) de las olas para el punto “Cayo Roncador”, escala en m; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



b: meses de abril hasta julio.

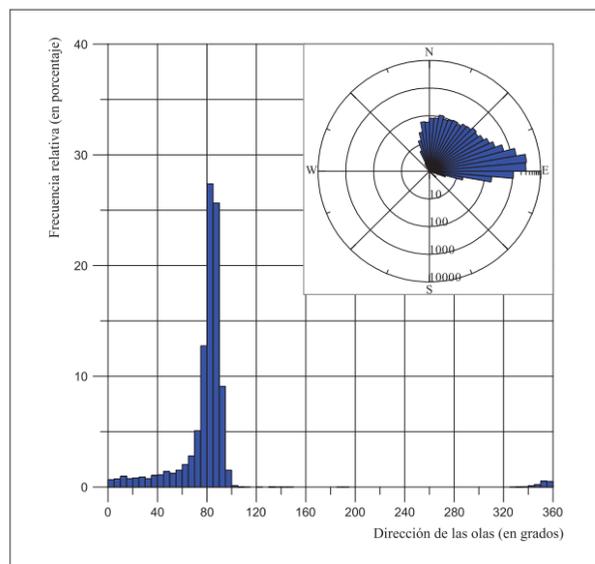


c: meses de agosto hasta noviembre.

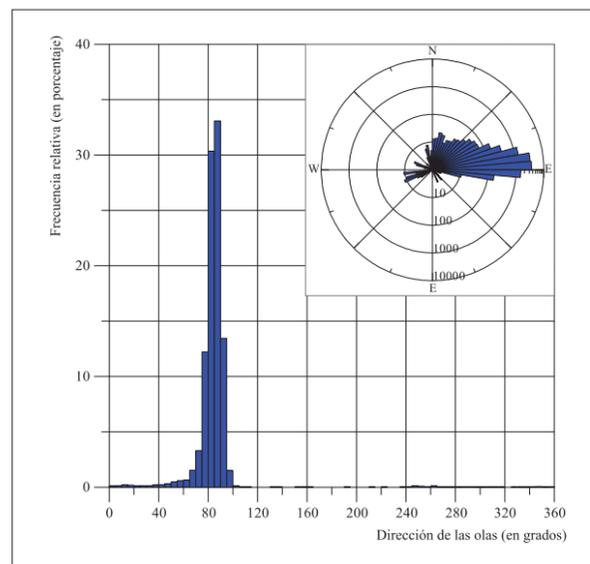
Figura 105. a-c

Histogramas del periodo (T_p) de las olas para el punto “Cayo Roncador”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

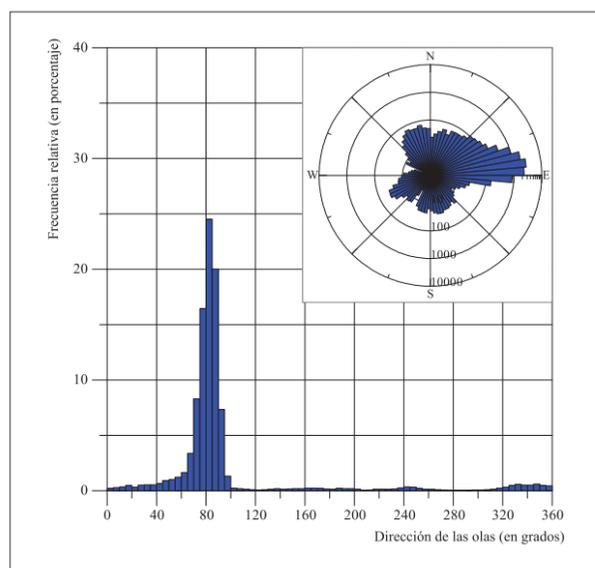
DATOS POR TEMPORADAS ■ CAYO RONCADOR



a: meses de diciembre hasta marzo.



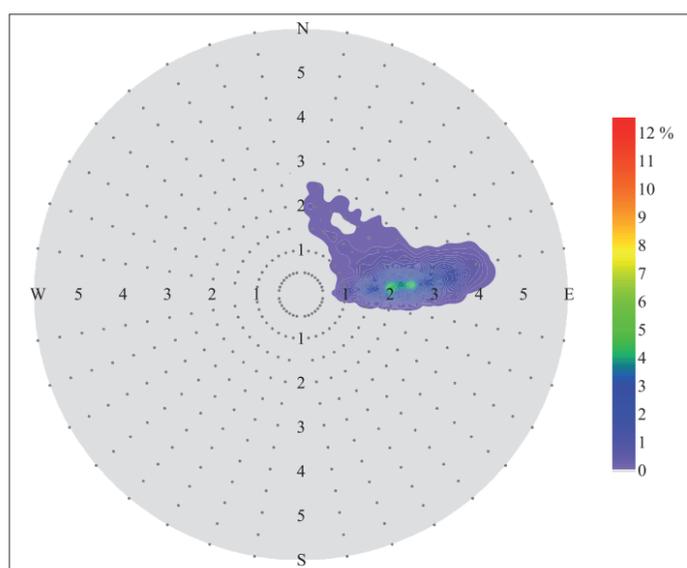
b: meses de abril hasta julio.



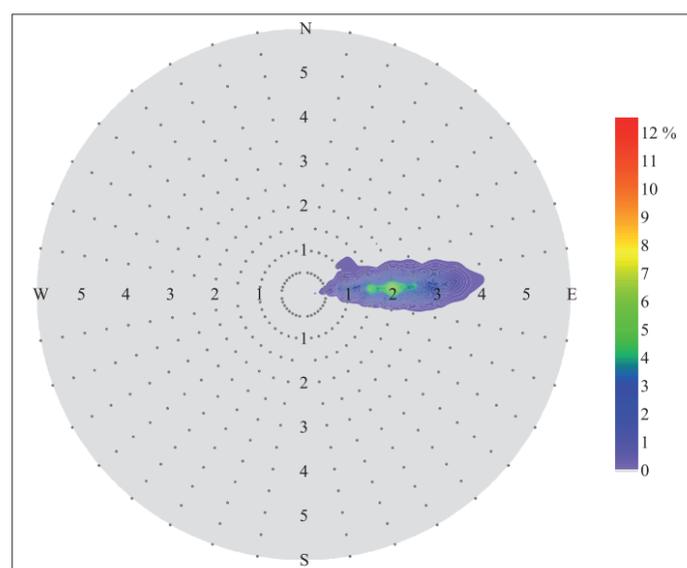
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 106. a-c

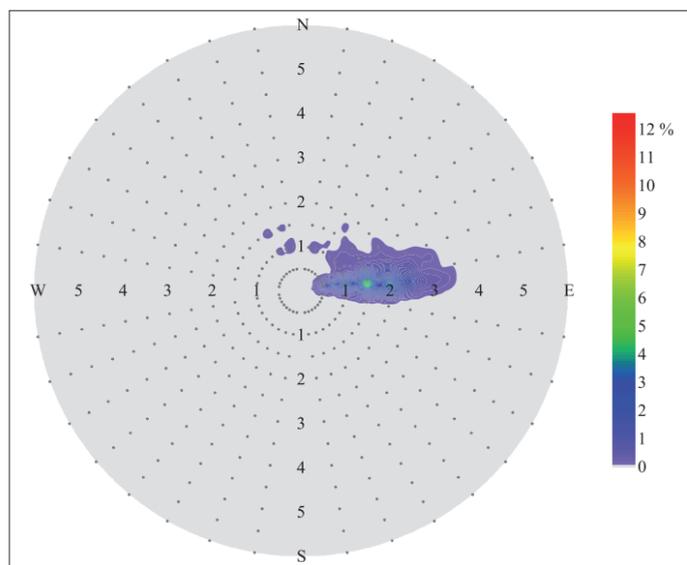
Histograma y gráfico polar de la dirección (D_p) de las olas para el punto “Cayo Roncador”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



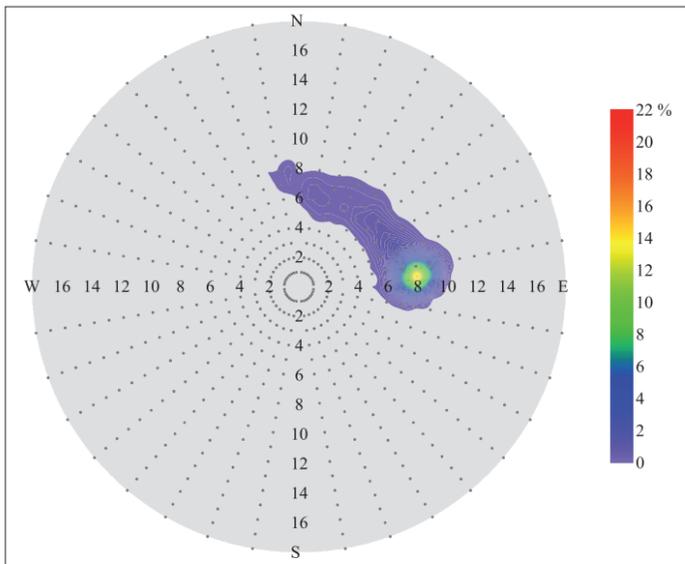
b: meses de abril hasta julio.



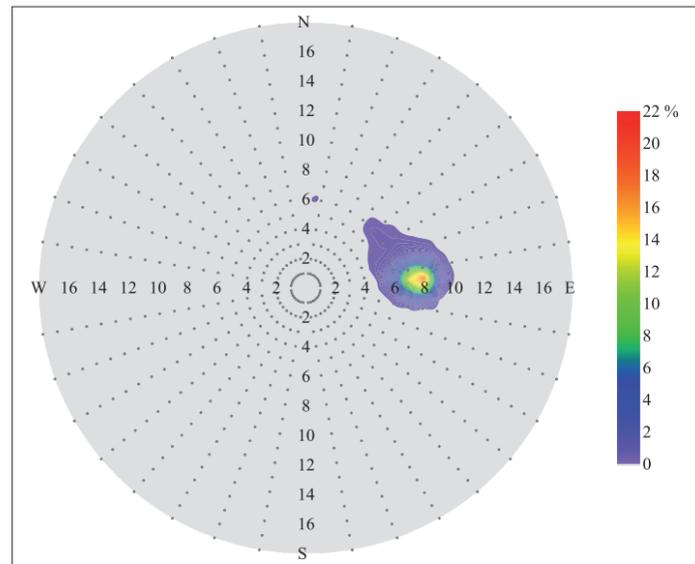
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 107. a-c

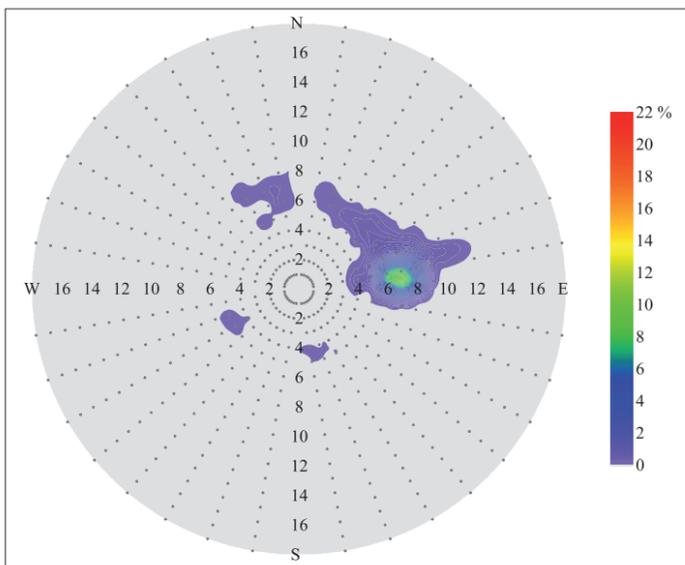
Diagrama polar de la altura de las olas expresada en metros en función de la dirección en grados para el punto “Cayo Roncador”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



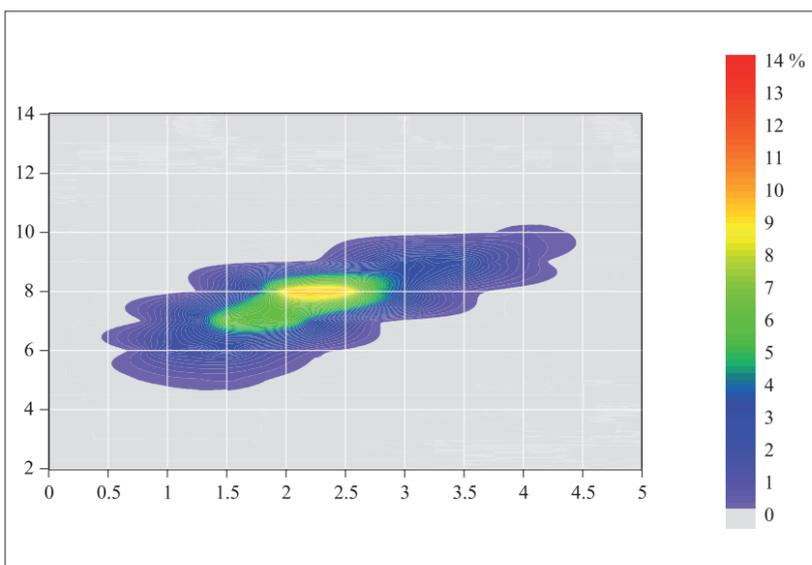
b: meses de abril hasta julio.



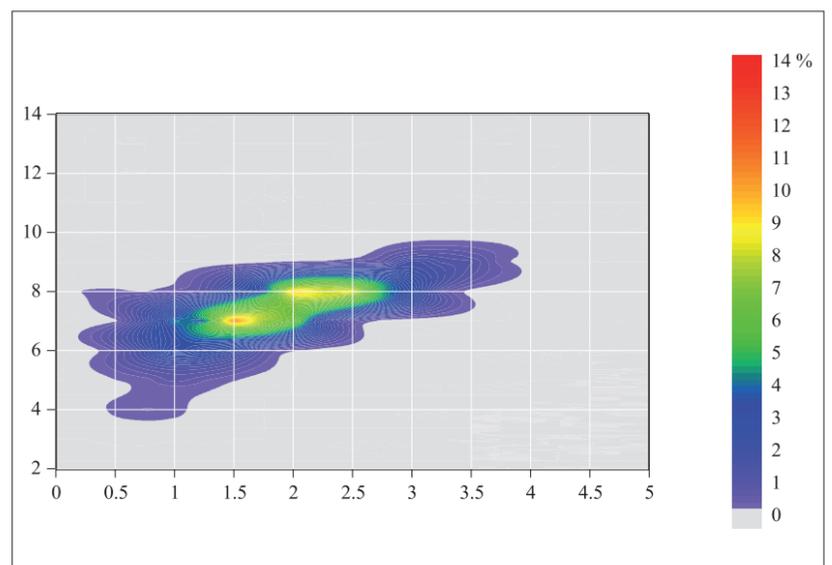
c: meses de agosto hasta noviembre

Figura 108. a-c

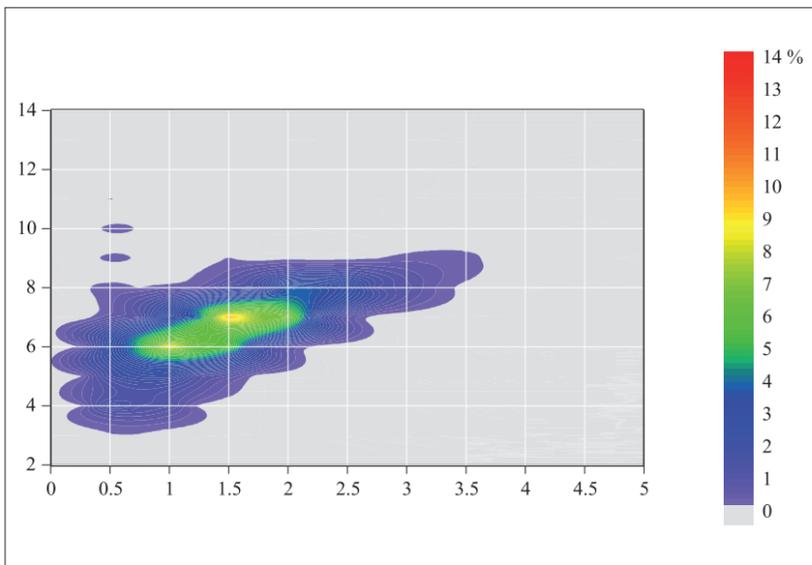
Diagrama polar de la dirección de las olas expresada en grados en función del periodo en segundos para el punto “Cayo Roncador”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



b: meses de abril hasta julio.

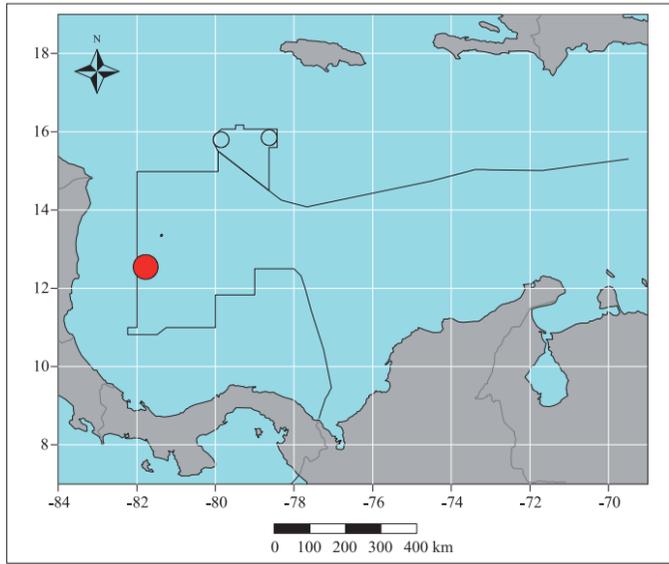


c: meses de agosto hasta noviembre

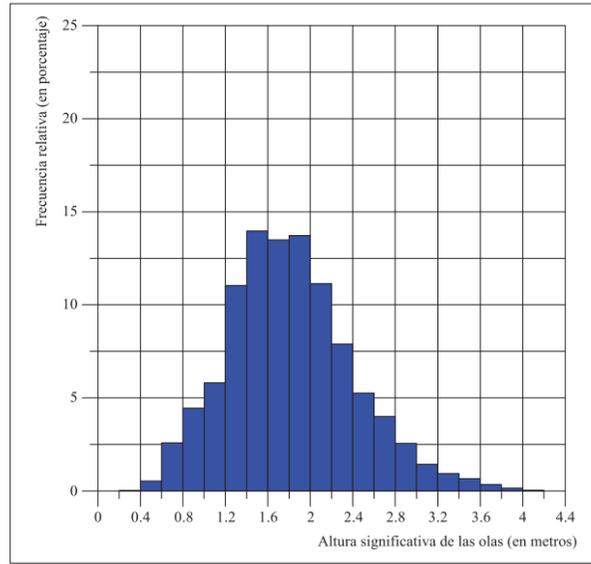
Figura 109. a-c

Correlograma de la altura de las olas expresada en metros en función del periodo en segundos para el punto “Cayo Roncador”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

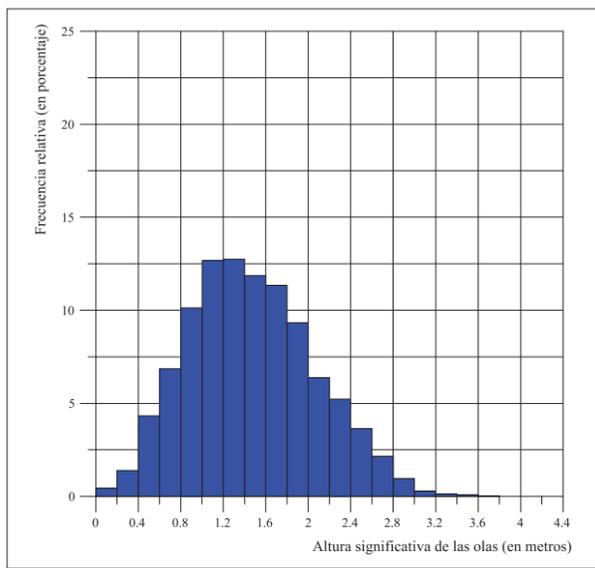
SAN ANDRÉS



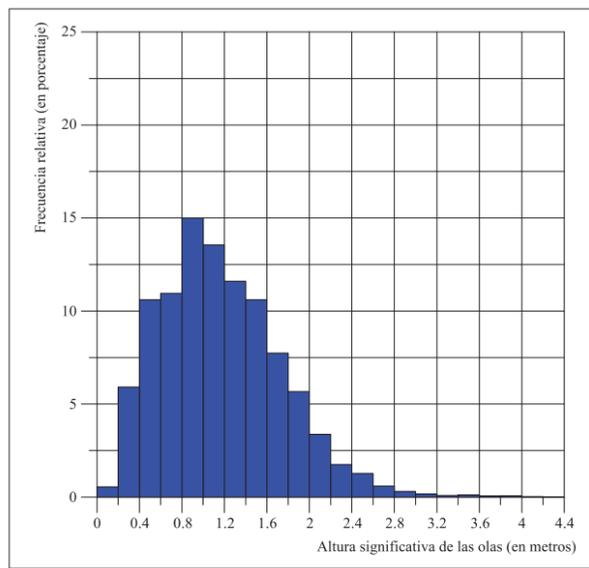
a: Localización.



b: meses de diciembre hasta marzo.



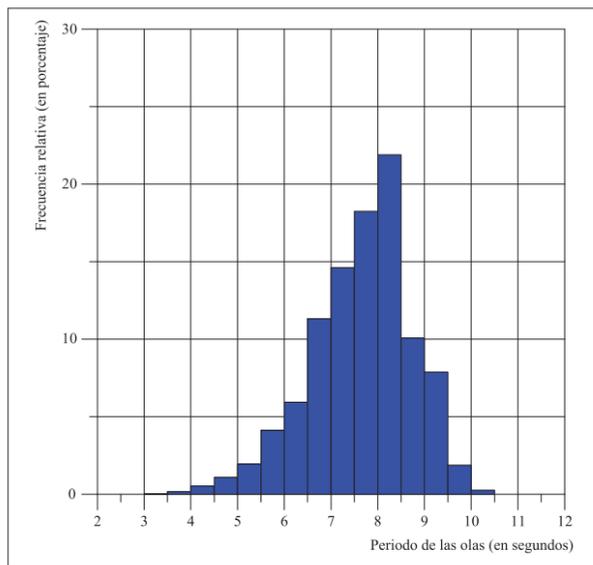
c: meses de abril hasta julio.



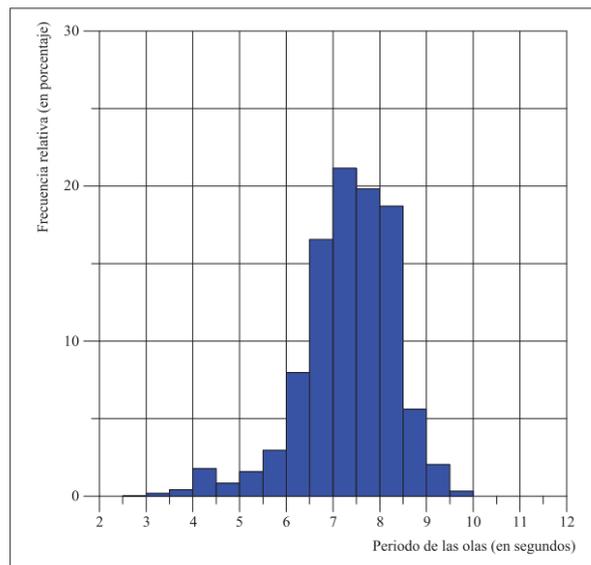
d: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 110. a-d

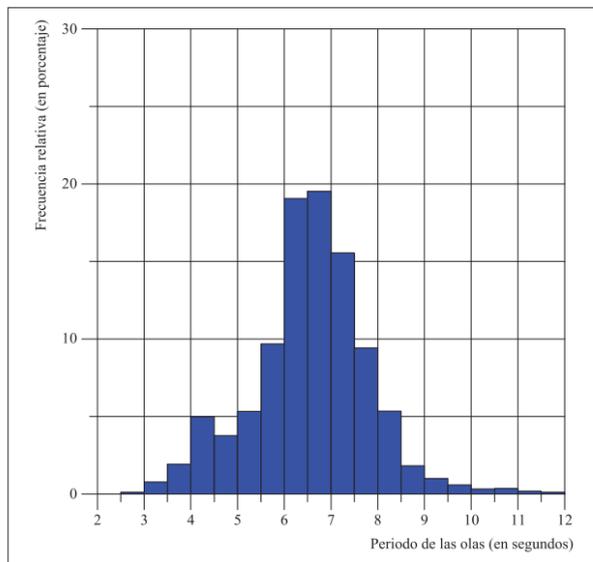
Histogramas de la altura significativa (H_s) de las olas para el punto “San Andrés”, escala en m; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011; Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



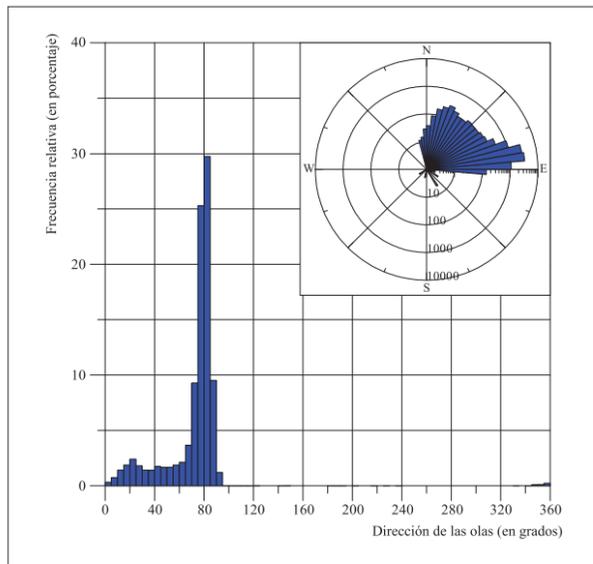
b: meses de abril hasta julio.



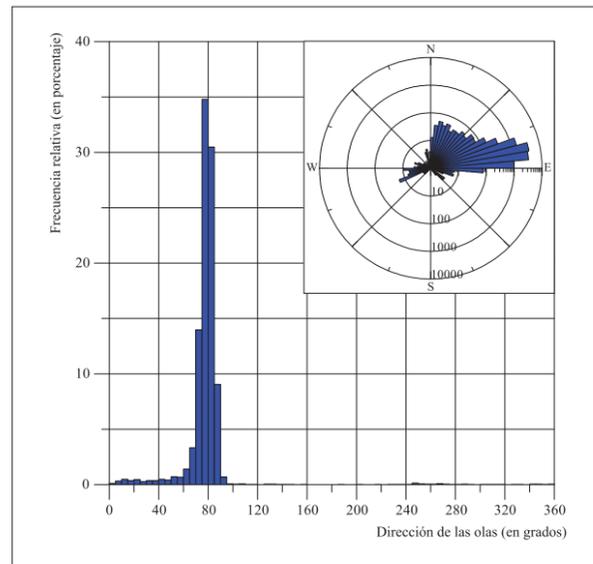
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 111. a-c

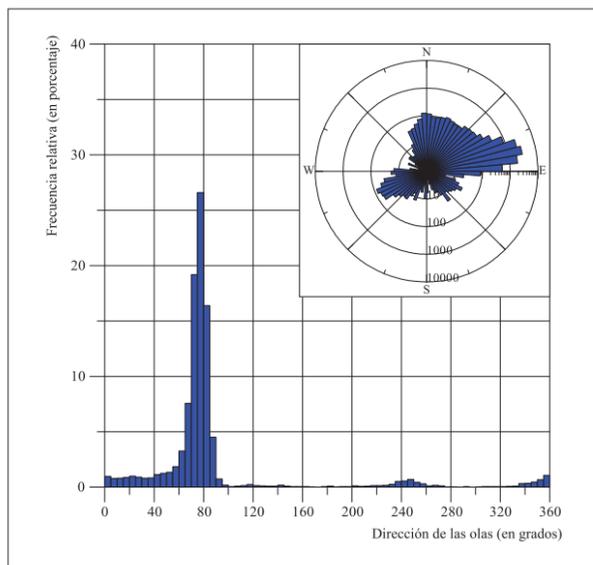
Histogramas del periodo (T_p) de las olas para el punto “San Andrés”; escala en s; datos del modelo WaveWatch III datos “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011; Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.

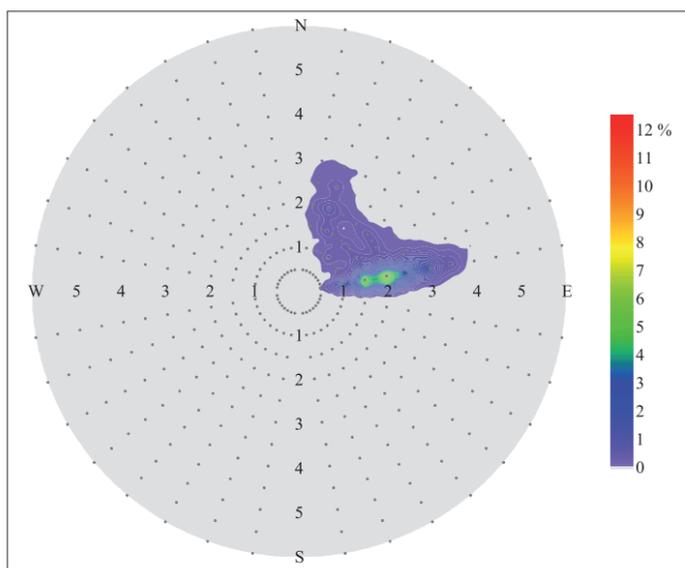


b: meses de abril hasta julio.

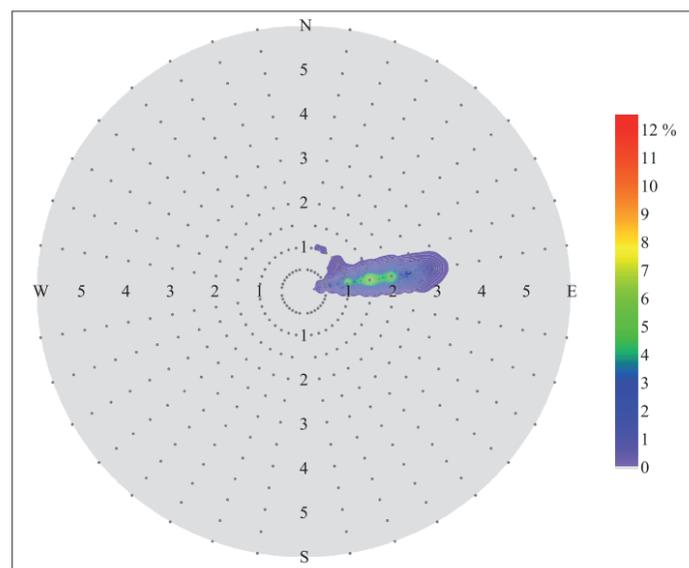


c: meses de agosto hasta noviembre.

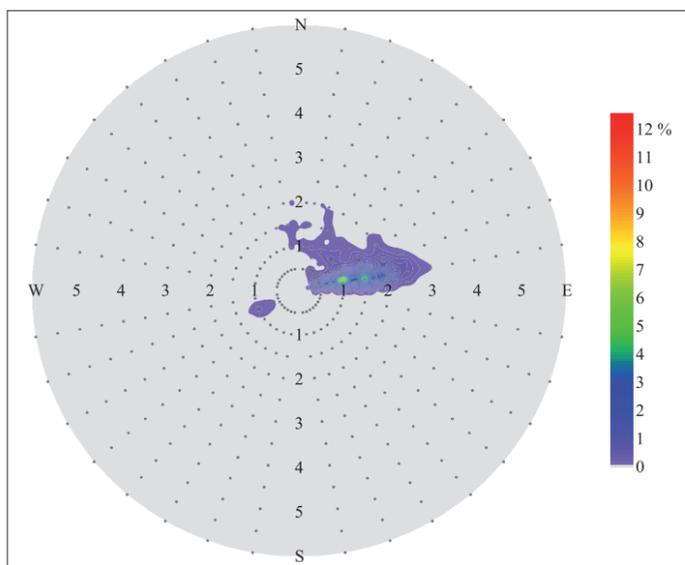
Figura 112. a-c
Histograma y gráfico polar de la dirección (Dp) de las olas para el punto “San Andrés”; escala en s; datos del modelo WaveWatch III datos “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011; Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



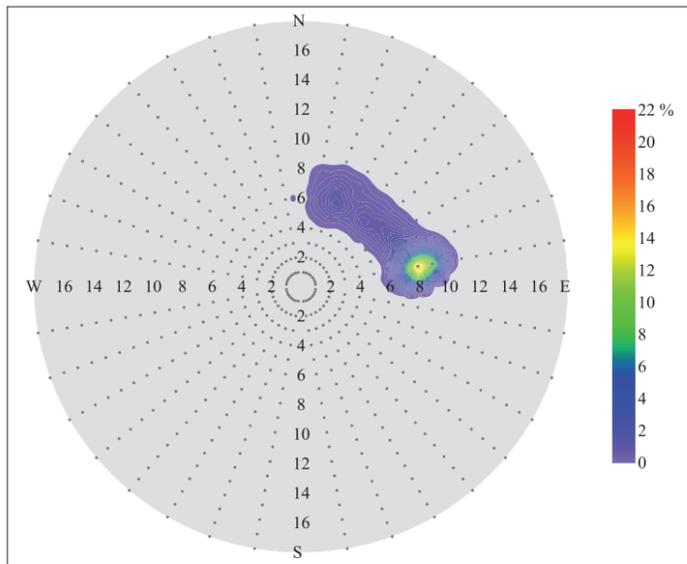
b: meses de abril hasta julio.



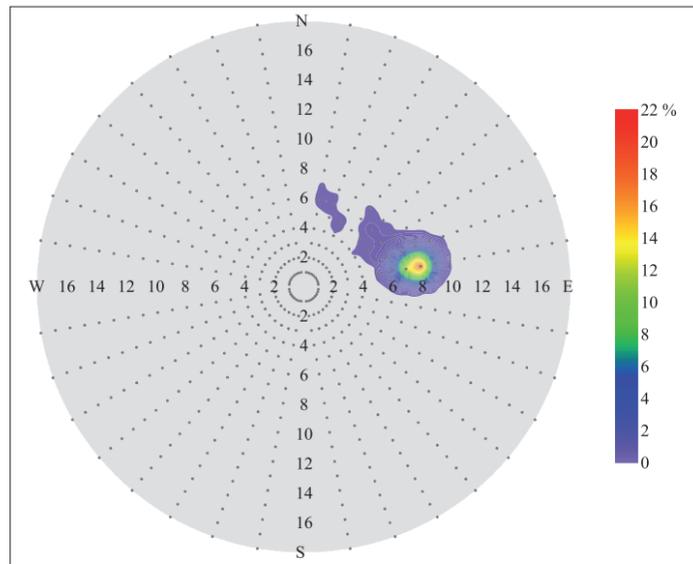
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 113. a-c
Diagrama polar de la altura de las olas expresada en metros en función de la dirección en grados para el punto “San Andrés”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

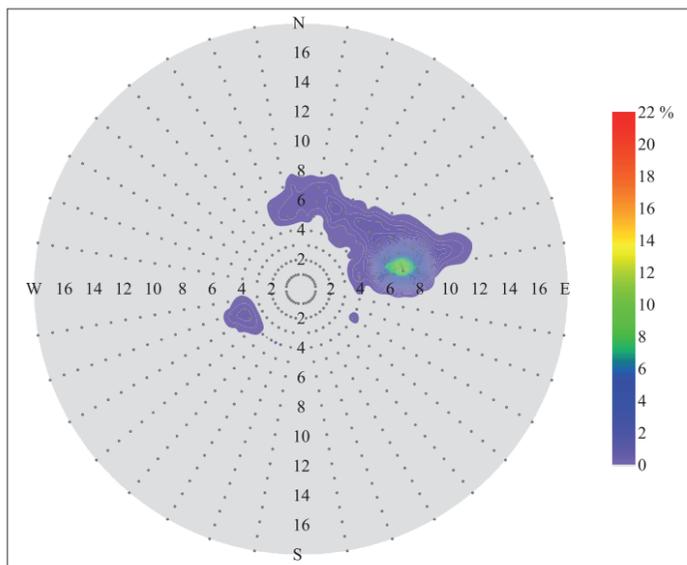
DATOS POR TEMPORADAS ■ SAN ANDRÉS



a: meses de diciembre hasta marzo.



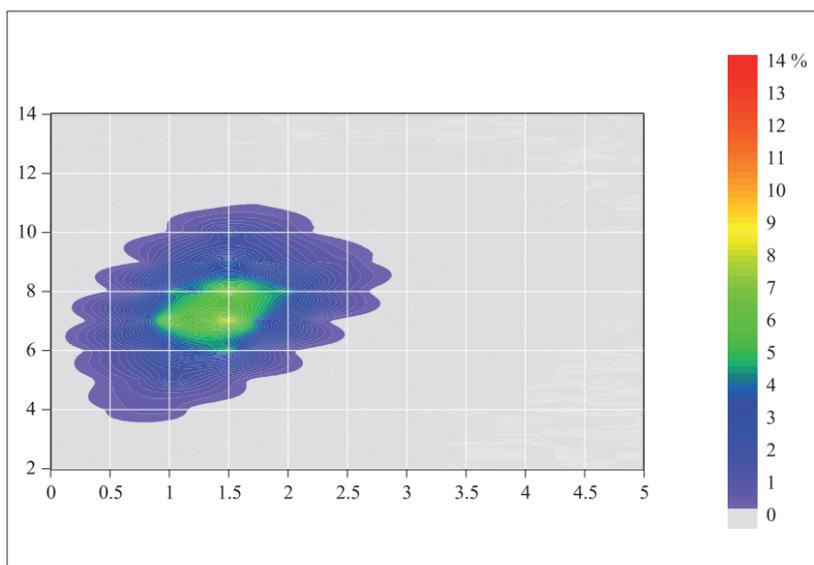
b: meses de abril hasta julio.



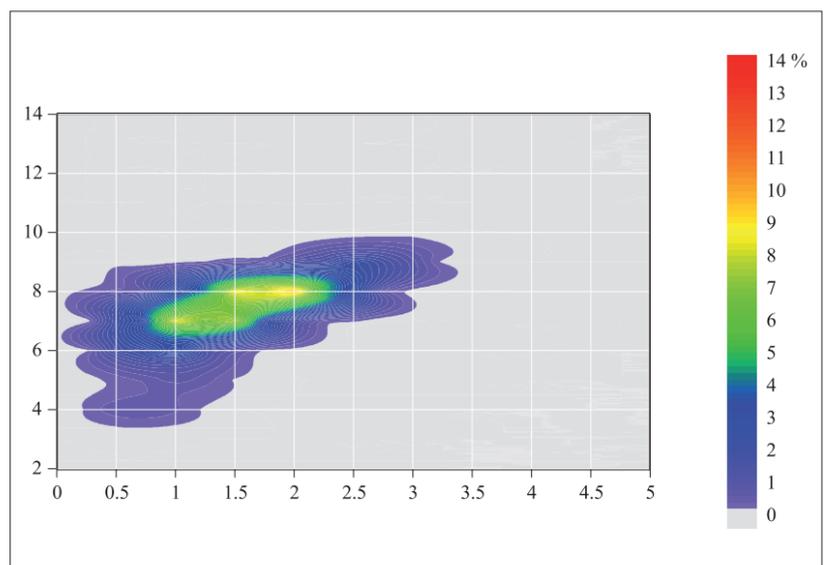
c: meses de agosto hasta noviembre

Figura 114. a-c

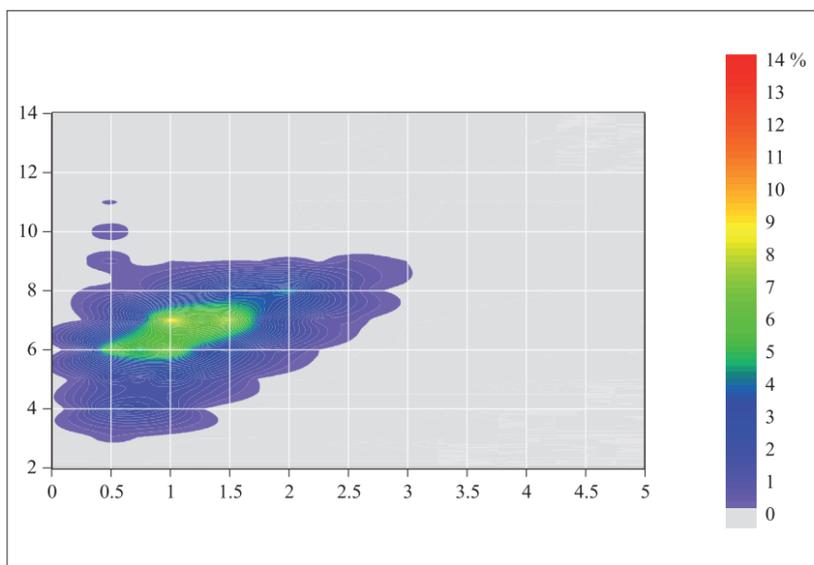
Diagrama polar de la dirección de las olas expresada en grados en función del periodo en segundos para el punto “San Andrés”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



b: meses de abril hasta julio.

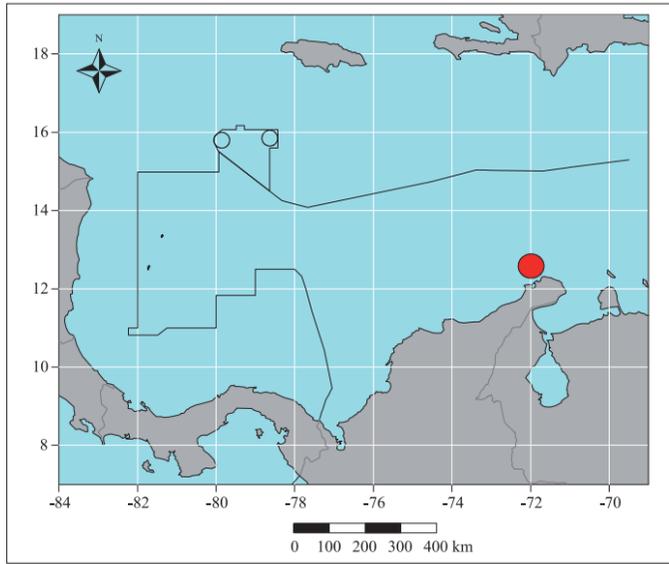


c: meses de agosto hasta noviembre

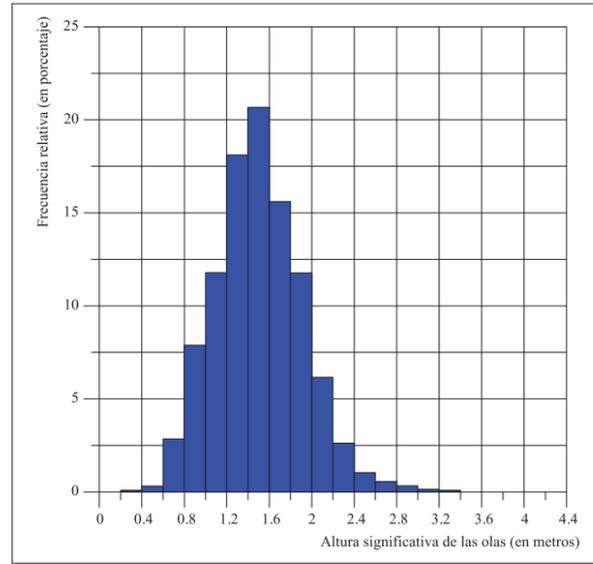
Figura 115. a-c

Correlograma de la altura de las olas expresada en metros en función del periodo en segundos para el punto “San Andrés”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

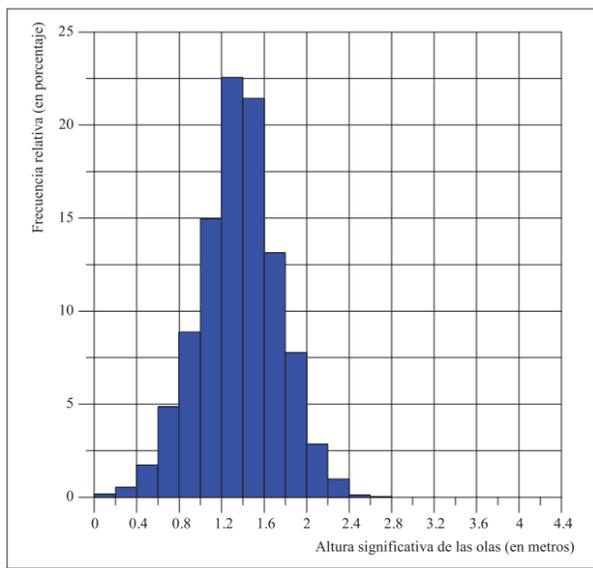
BAHÍA HONDA



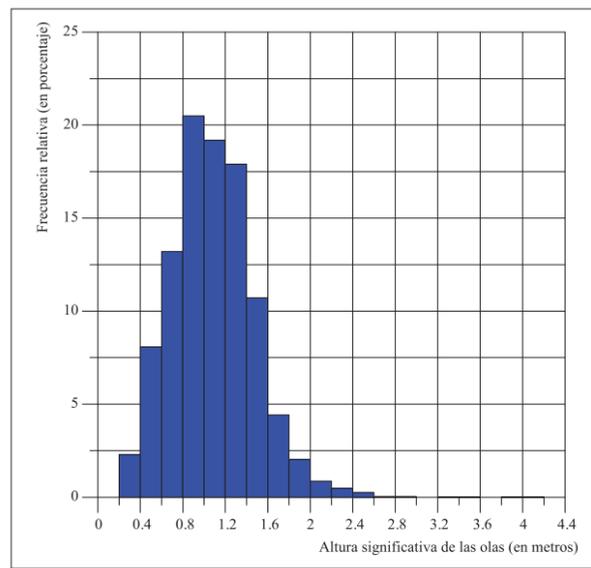
a: Localización.



b: meses de diciembre hasta marzo.



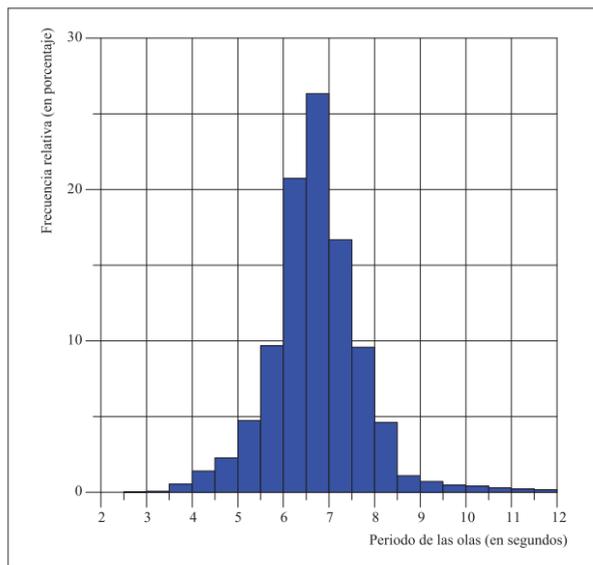
c: meses de abril hasta julio.



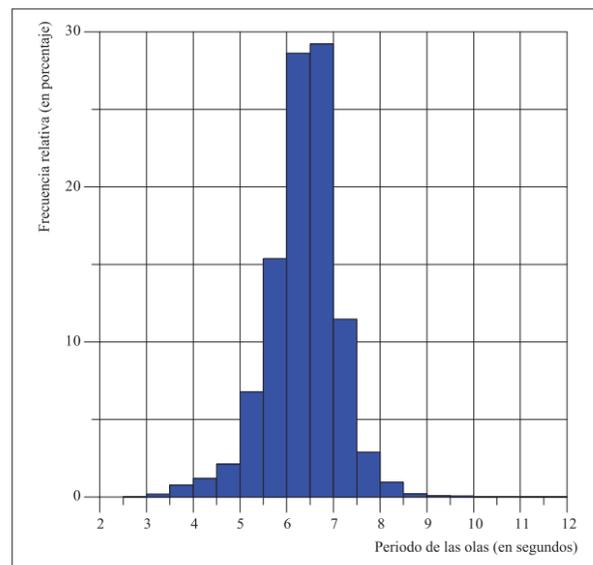
d: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 116. a-d

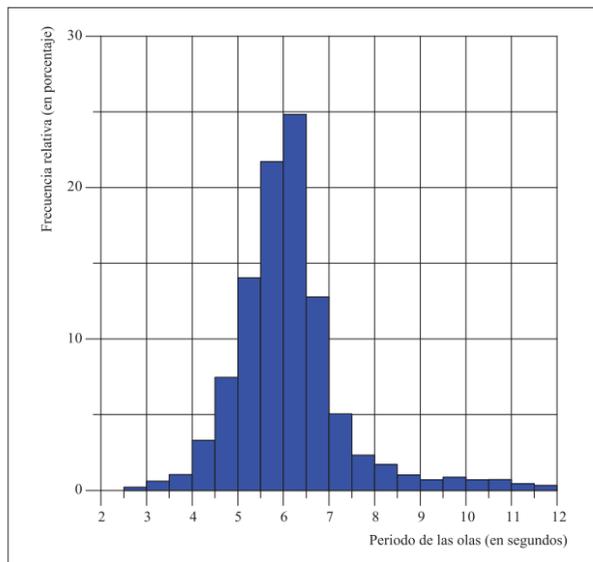
Histogramas de la altura significativa (H_s) de las olas para el punto “Bahía Honda”, escala en m; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



b: meses de abril hasta julio.

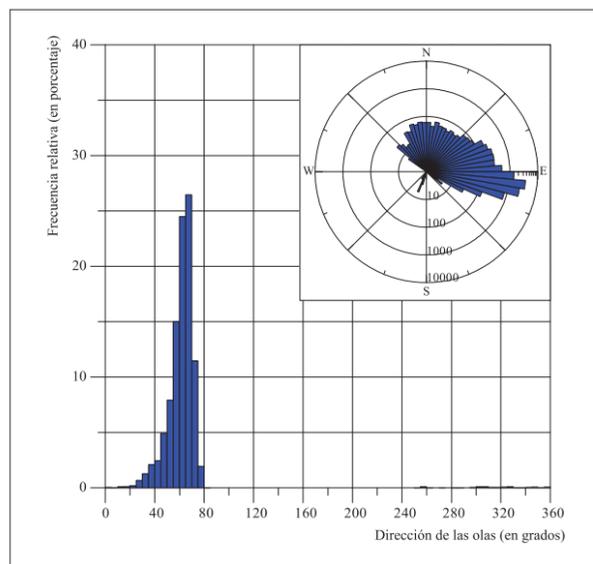


c: meses de agosto hasta noviembre.

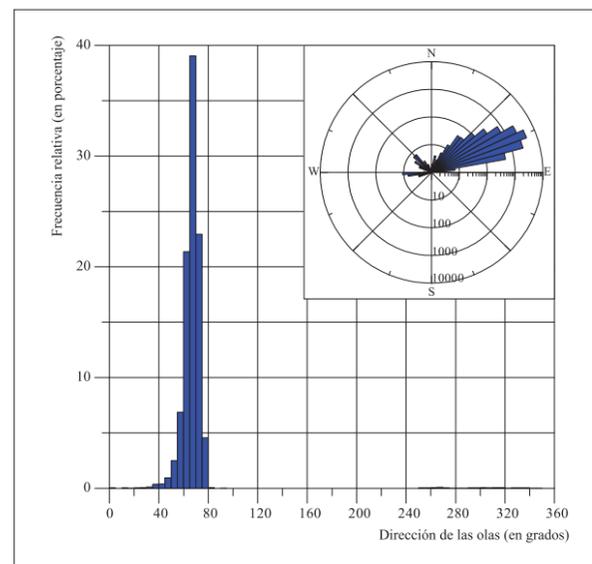
Figura 117. a-c

Histogramas del periodo (T_p) de las olas para el punto “Bahía Honda”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

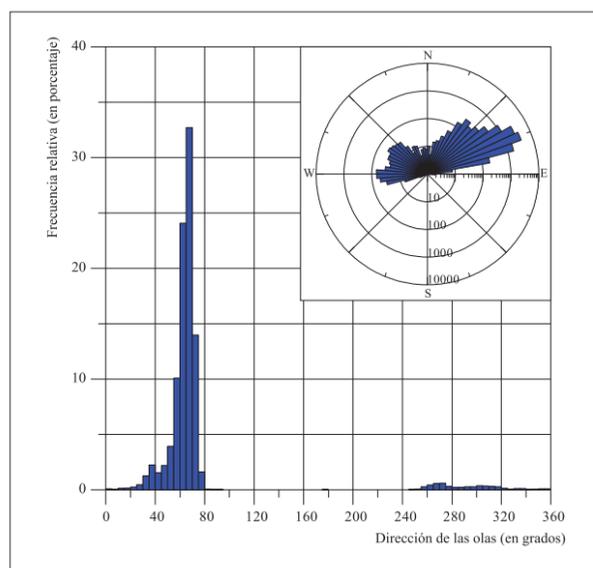
DATOS POR TEMPORADAS ■ BAHÍA HONDA



a: meses de diciembre hasta marzo.



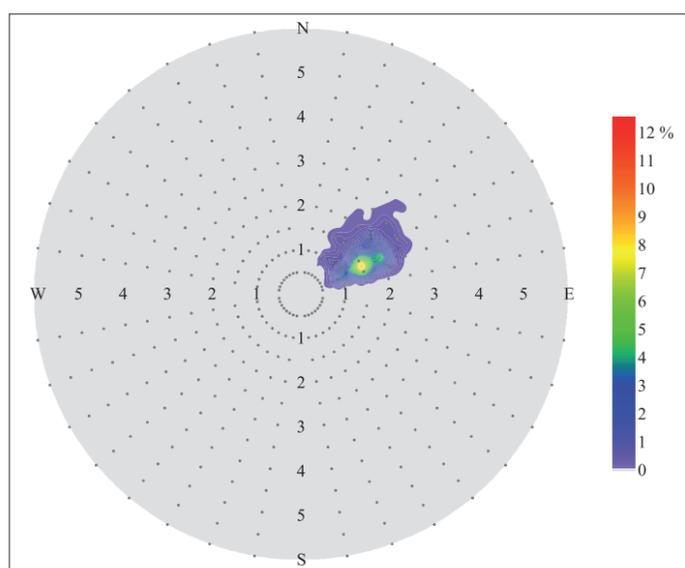
b: meses de abril hasta julio.



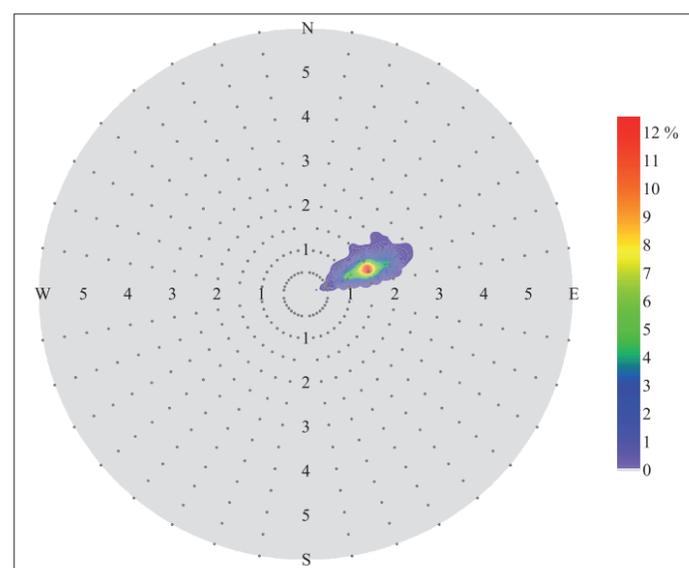
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 118. a-c

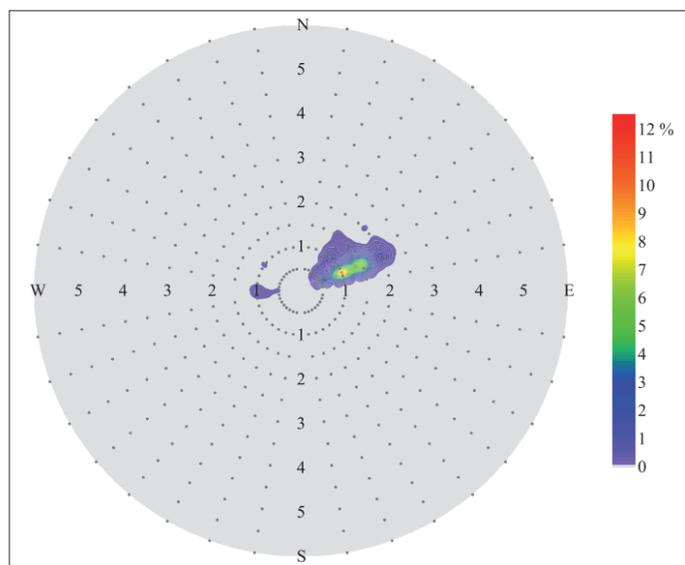
Histograma y diagrama polar de la dirección (Dp) de las olas para el punto “Bahía Honda”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011; base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



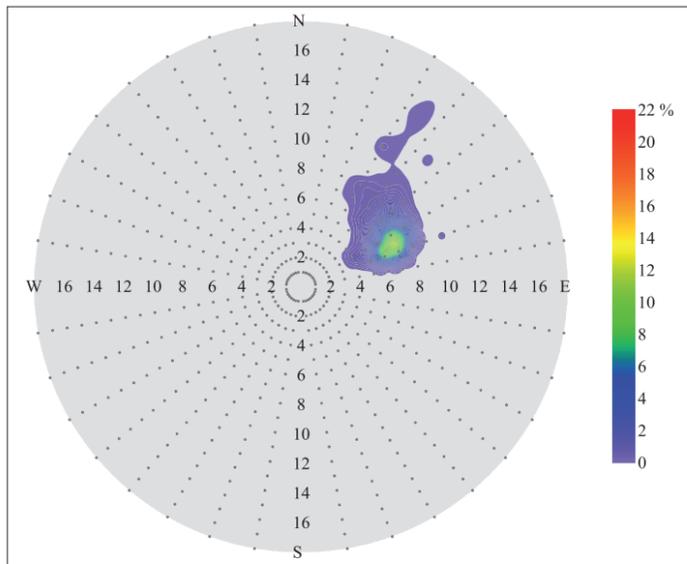
b: meses de abril hasta julio.



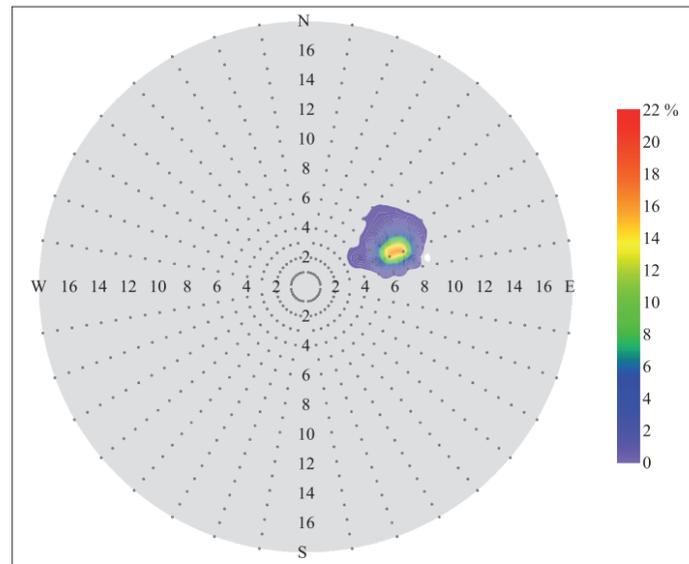
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 119. a-c

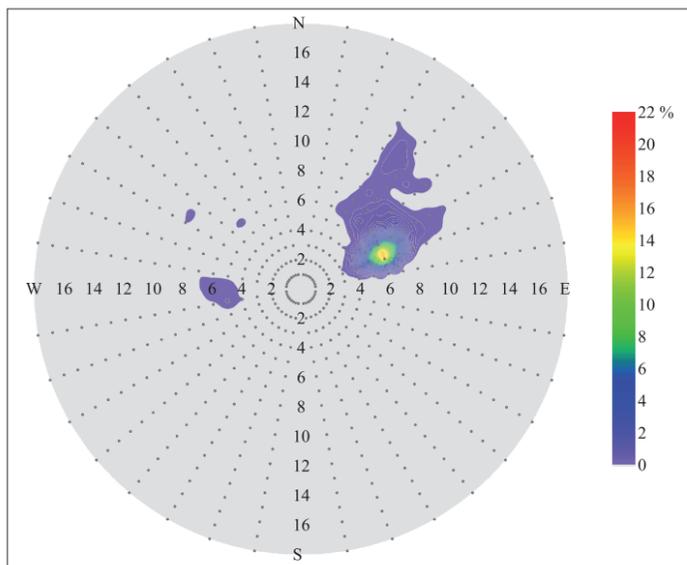
Diagrama polar de la altura de las olas expresada en metros en función de la dirección en grados para el punto “Bahía Honda”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



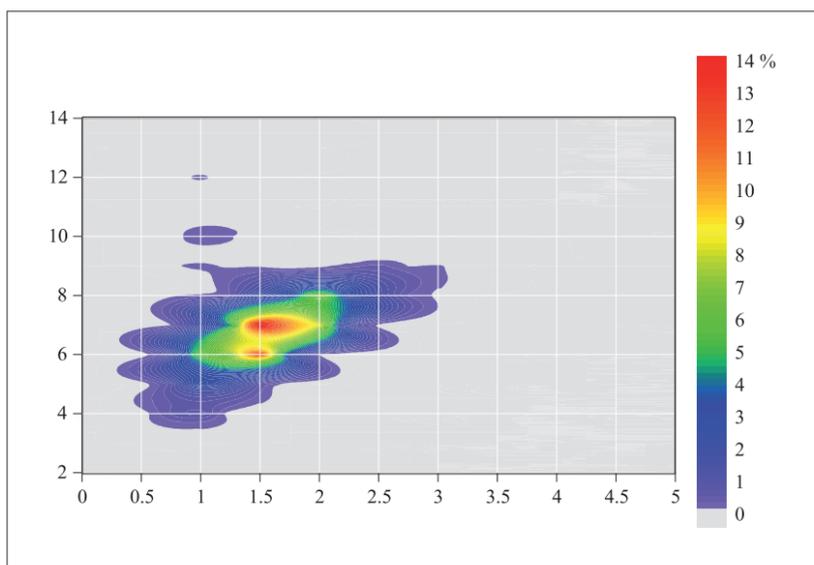
b: meses de abril hasta julio.



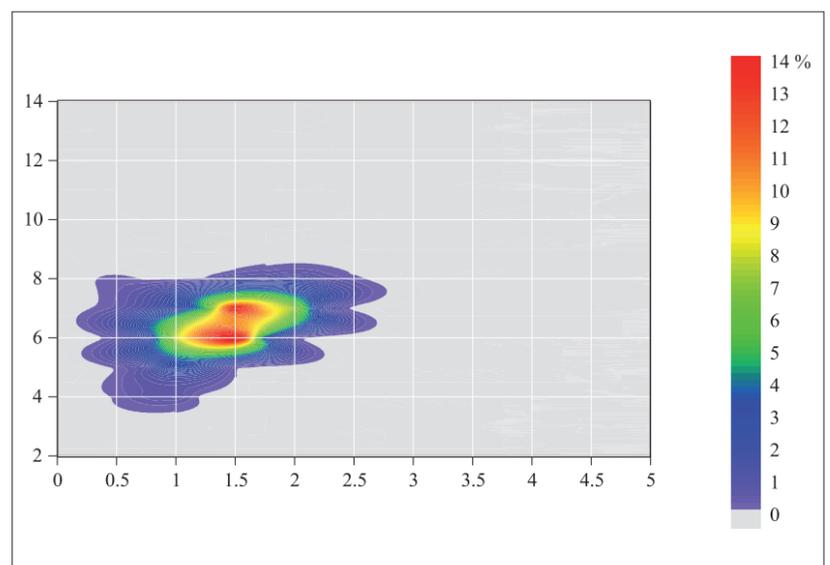
c: meses de agosto hasta noviembre

Figura 120. a-c

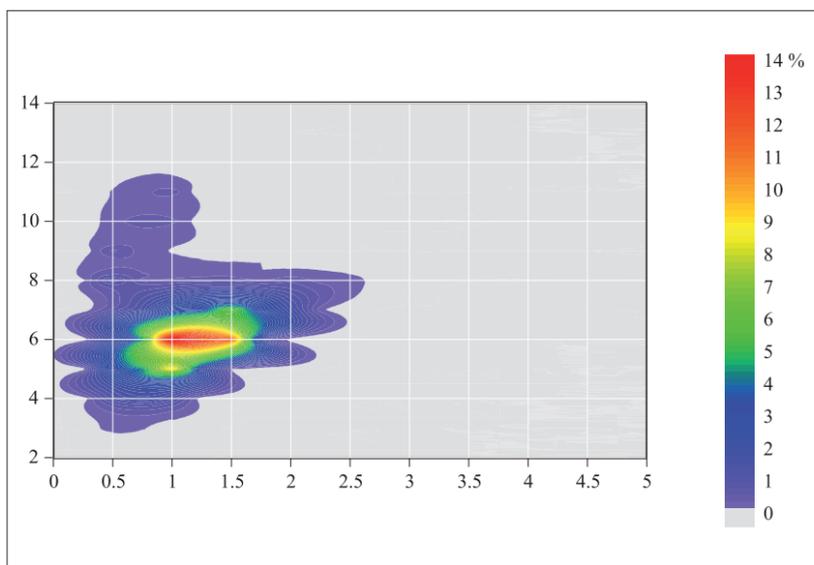
Diagrama polar de la dirección de las olas expresada en grados en función del periodo en segundos para el punto “Bahía Honda”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



b: meses de abril hasta julio.

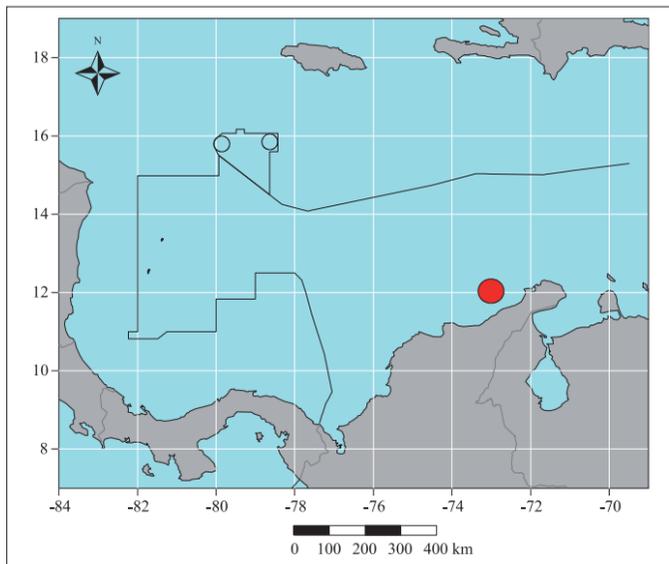


c: meses de agosto hasta noviembre

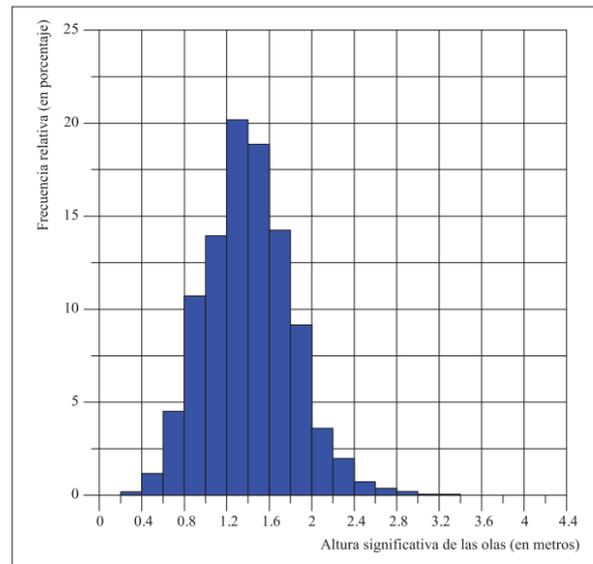
Figura 121. a-c

Correlograma de la altura de las olas expresada en metros en función del periodo en segundos para el punto “Bahía Honda”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

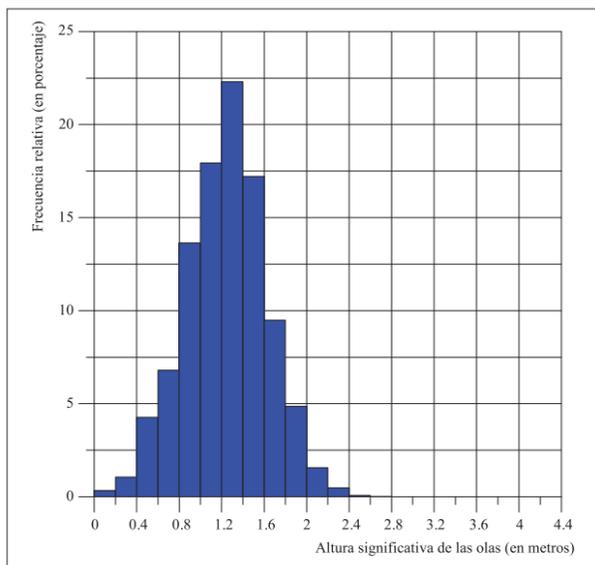
RIOHACHA



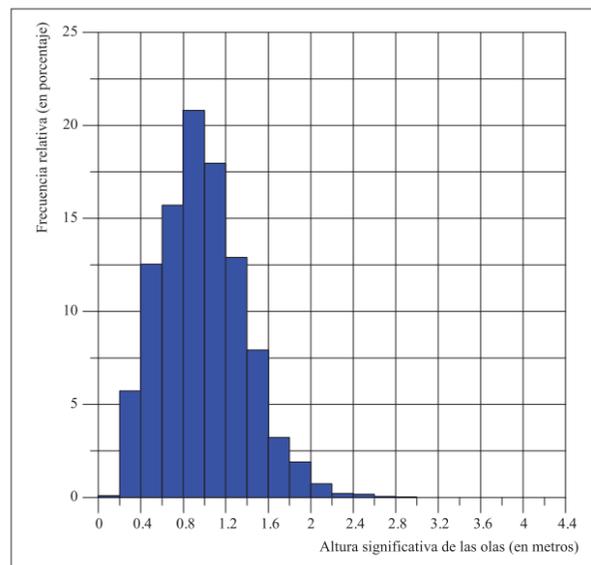
a: Localización.



b: meses de diciembre hasta marzo.



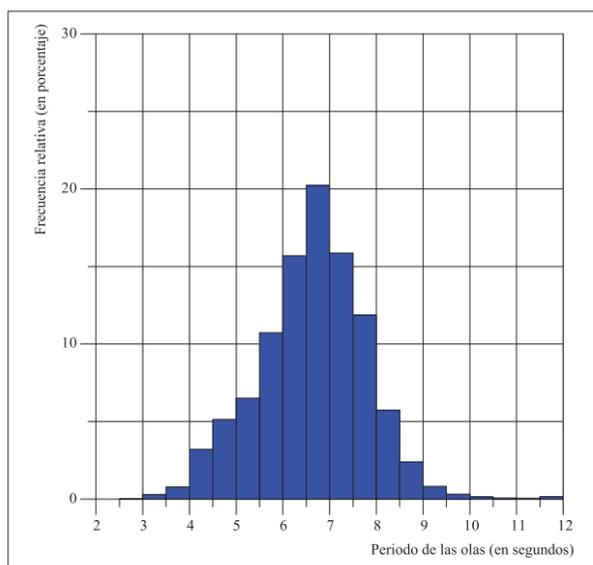
c: meses de abril hasta julio.



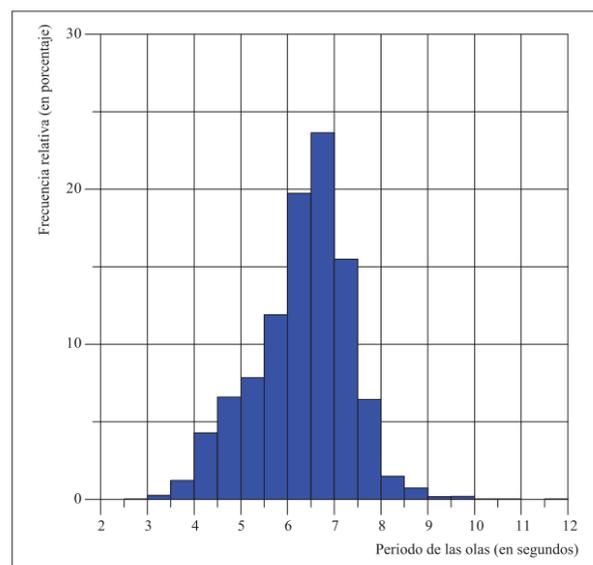
d: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 122. a-d

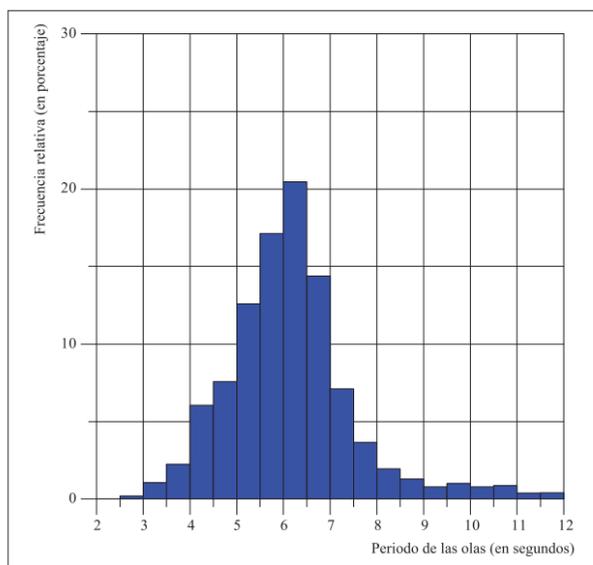
Histogramas de la altura significativa (H_s) de las olas para el punto “Riohacha”, escala en m; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



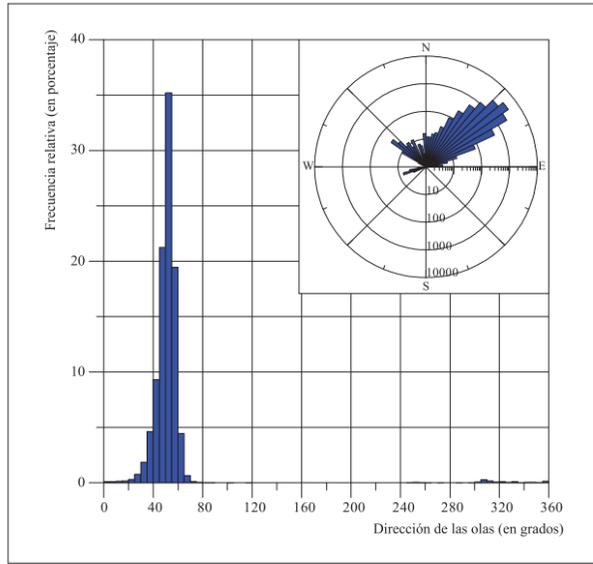
b: meses de abril hasta julio.



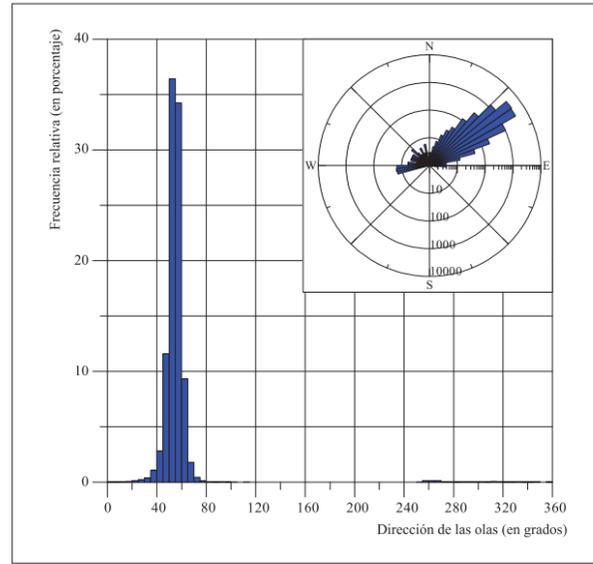
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 123. a-c

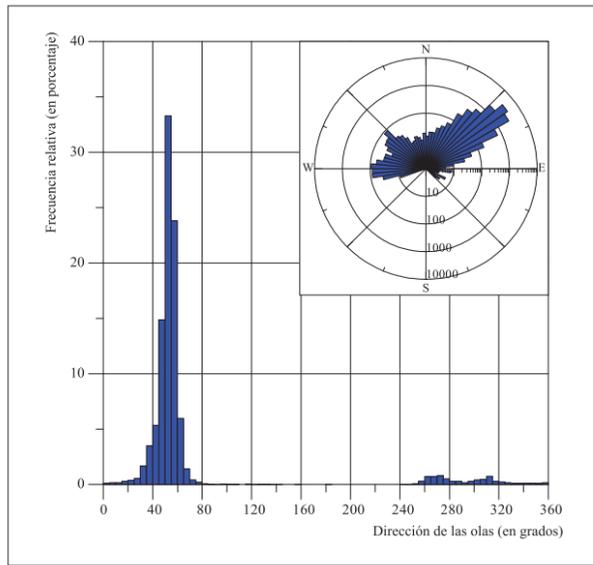
Histogramas del periodo (T_p) de las olas para el punto “Riohacha”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.

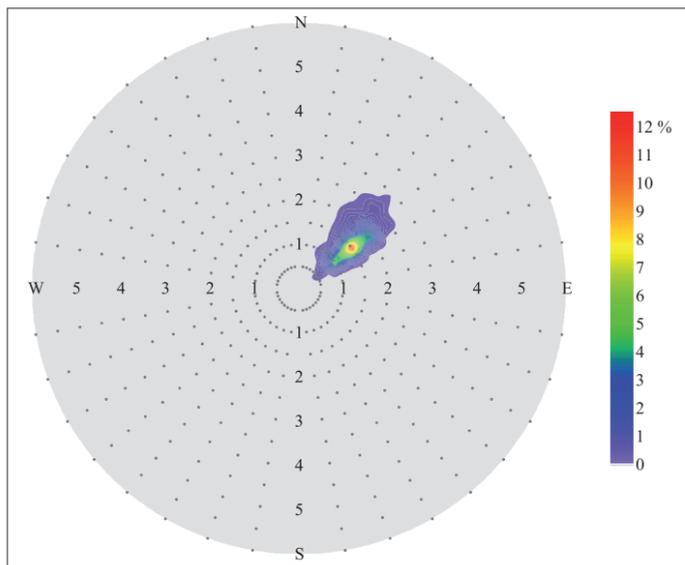


b: meses de abril hasta julio.

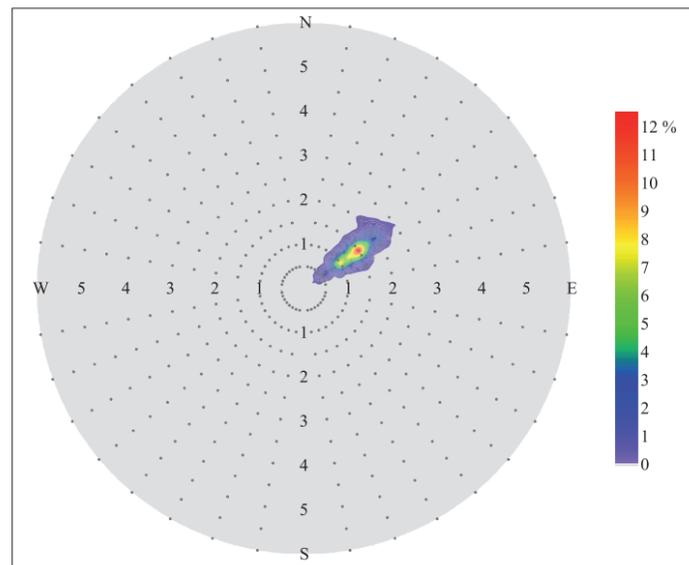


c: meses de agosto hasta noviembre.

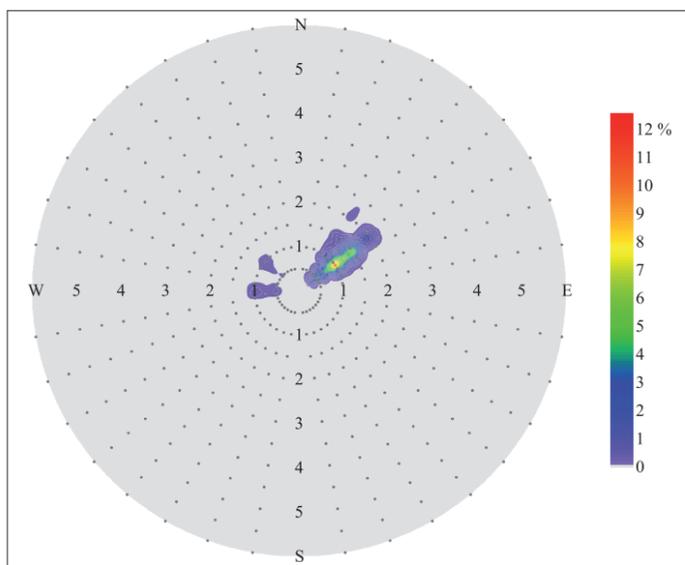
Figura 124. a-c
Histograma y gráfico polar de la dirección (Dp) de las olas para el punto “Riohacha”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



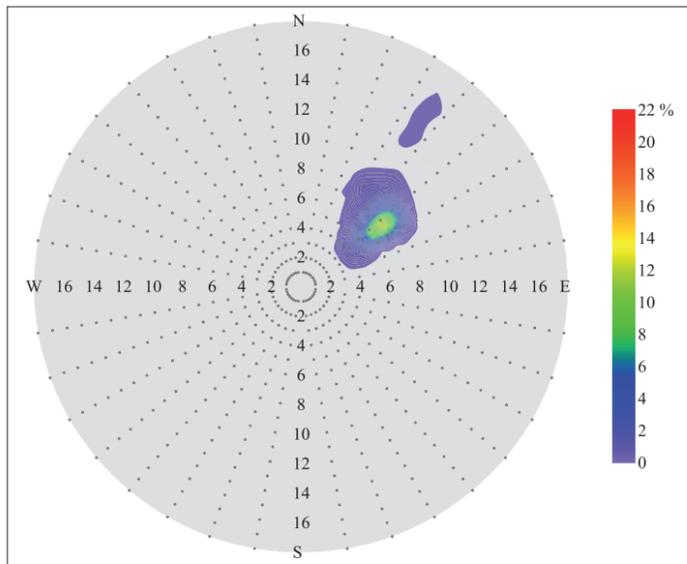
b: meses de abril hasta julio.



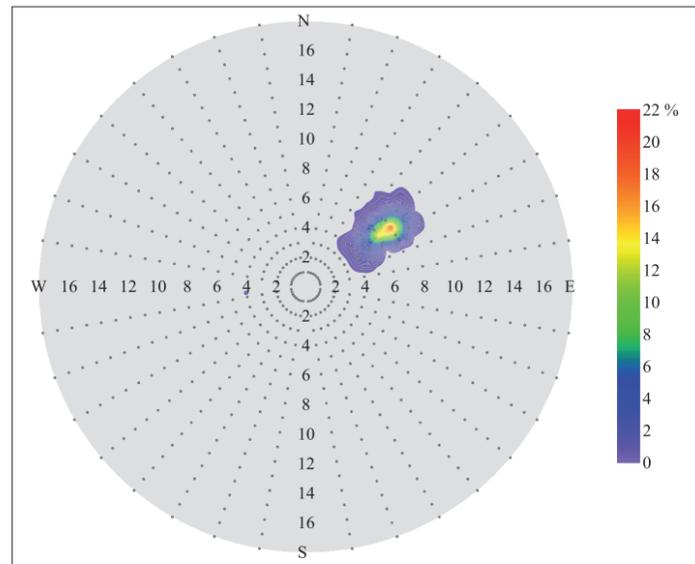
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 125. a-c
Diagrama polar de la altura de las olas expresada en metros en función de la dirección en grados para el punto “Riohacha”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

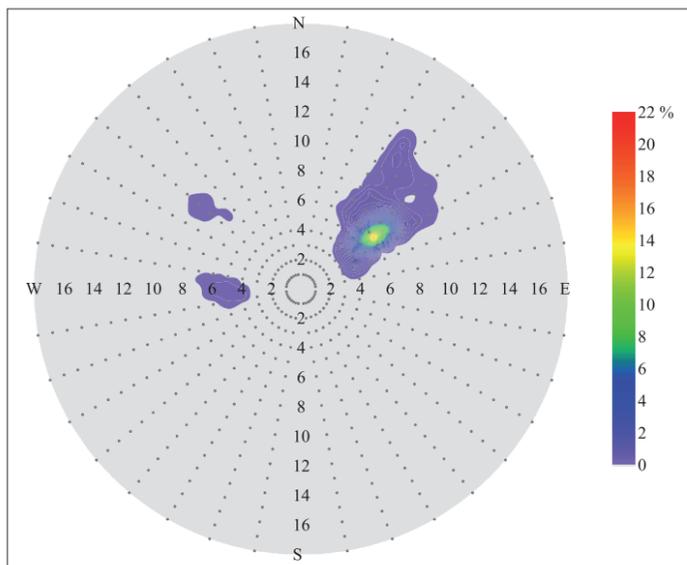
DATOS POR TEMPORADAS ■ RIOHACHA



a: meses de diciembre hasta marzo.



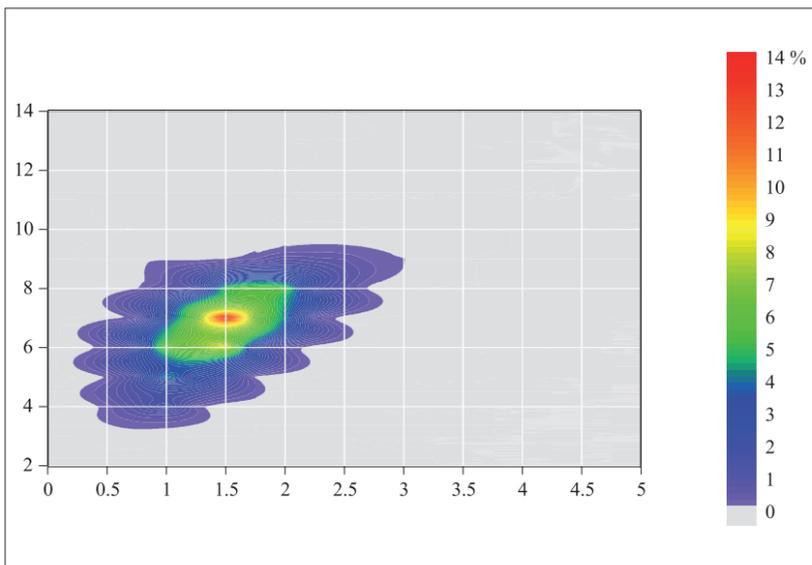
b: meses de abril hasta julio.



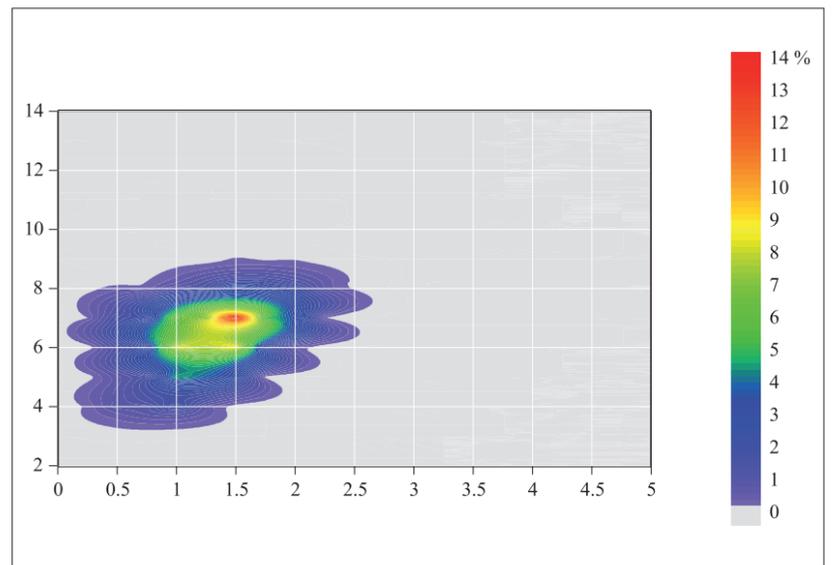
c: meses de agosto hasta noviembre

Figura 126. a-c

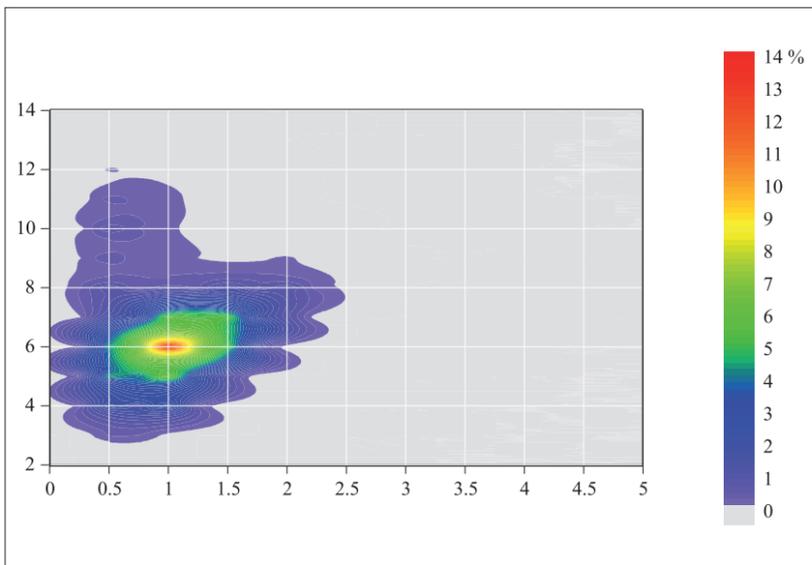
Diagrama polar de la dirección de las olas expresada en grados en función del periodo en segundos para el punto “Riohacha”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



b: meses de abril hasta julio.

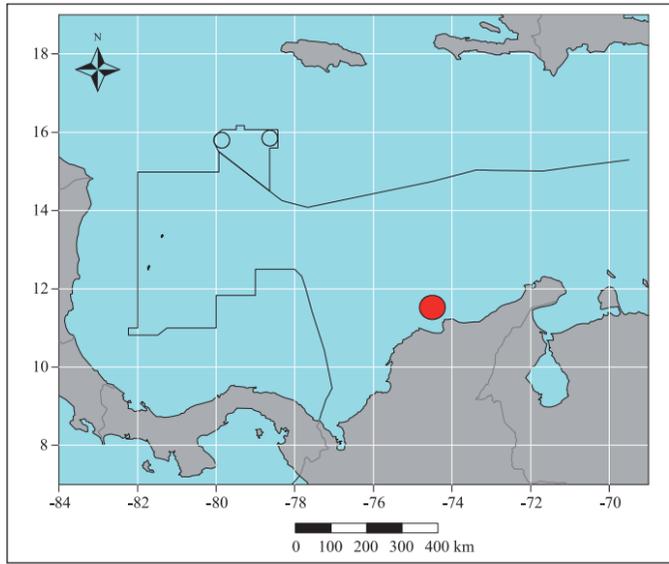


c: meses de agosto hasta noviembre

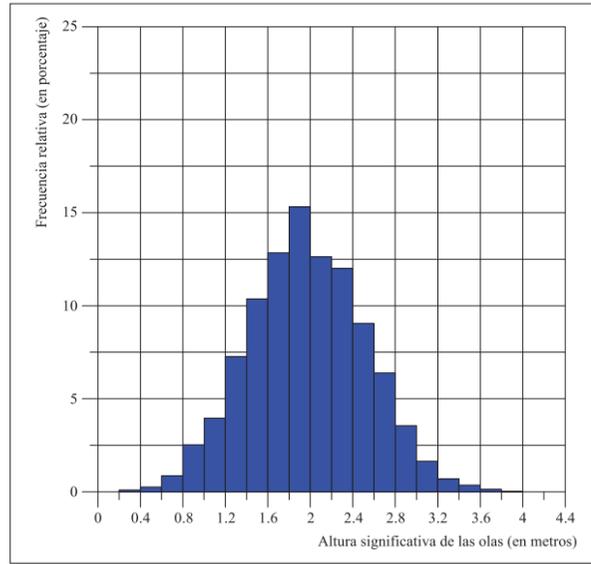
Figura 127. a-c

Correlograma de la altura de las olas expresada en metros en función del periodo en segundos para el punto “Riohacha”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

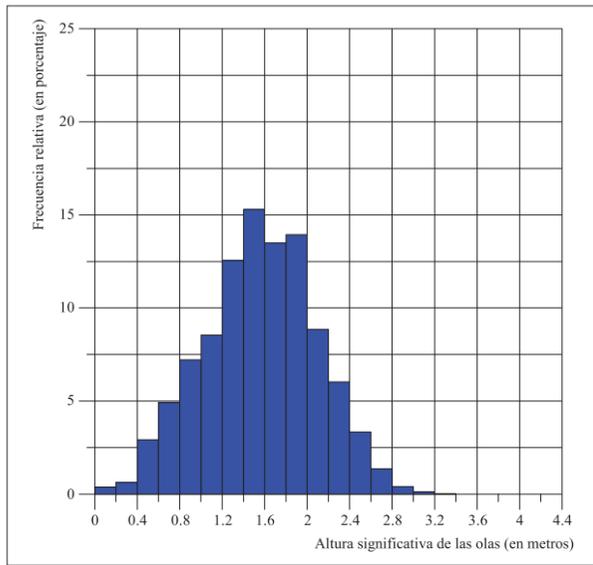
SANTA MARTA



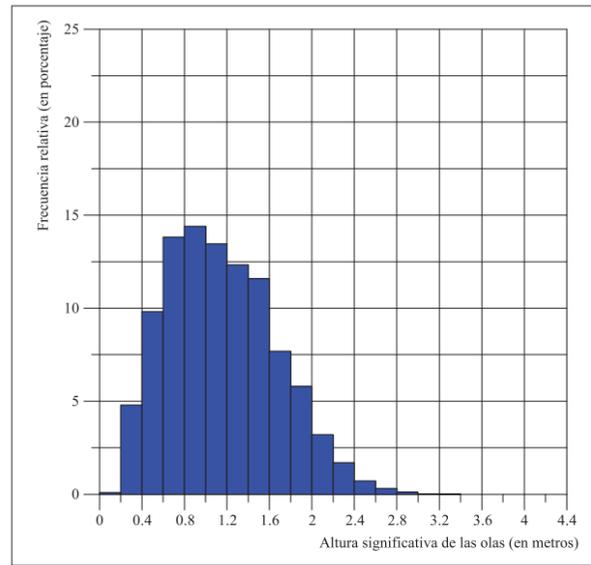
a: Localización.



b: meses de diciembre hasta marzo.



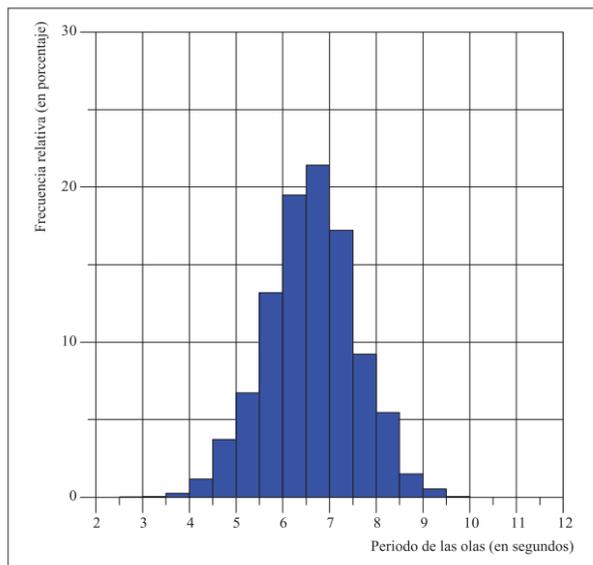
c: meses de abril hasta julio.



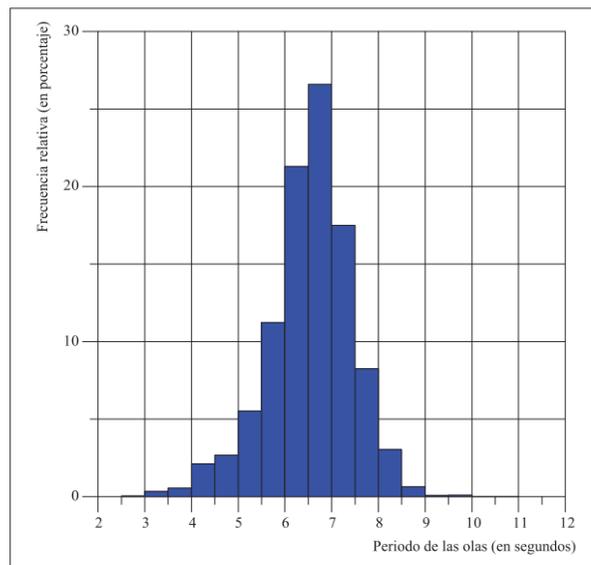
d: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 128. a-d

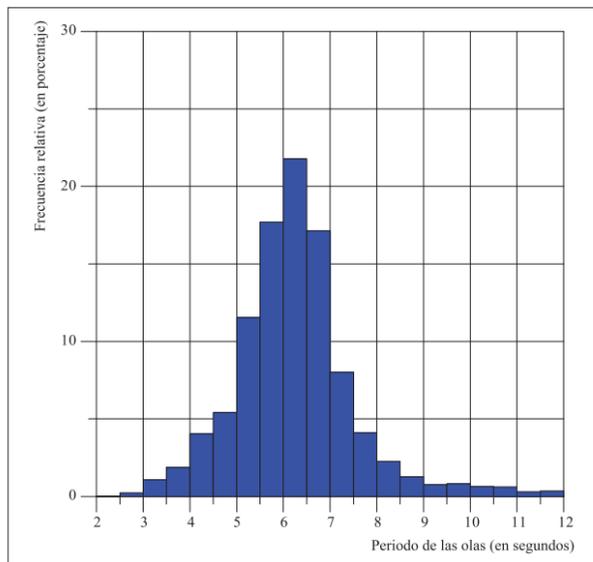
Histogramas de la altura significativa (H_s) de las olas para el punto “Santa Marta”, escala en m; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



b: meses de abril hasta julio.

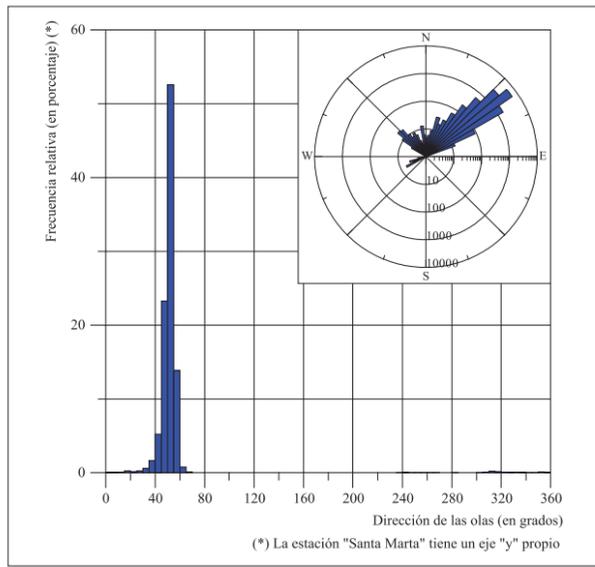


c: meses de agosto hasta noviembre.

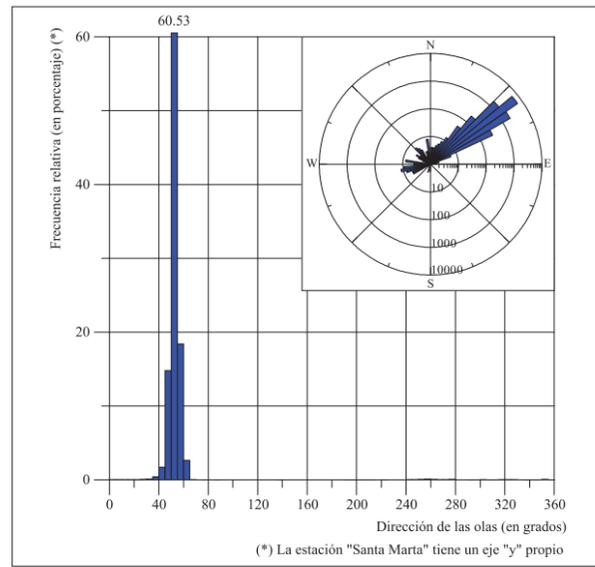
Figura 129. a-c

Histogramas del periodo (T_p) de las olas para el punto “Santa Marta”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

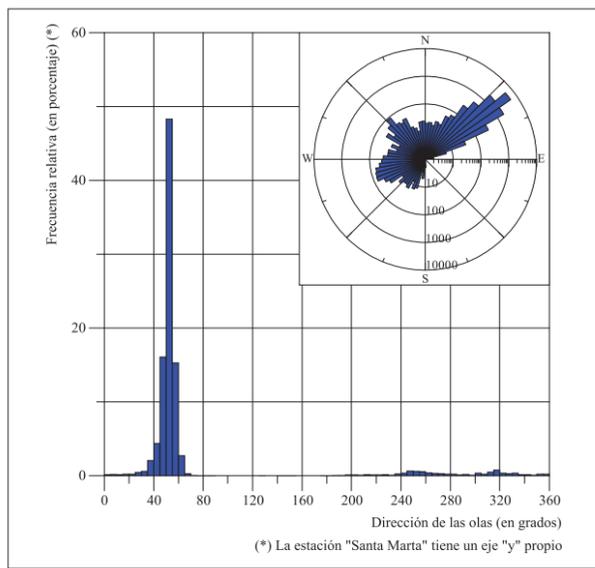
DATOS POR TEMPORADAS ■ SANTA MARTA



a: meses de diciembre hasta marzo.

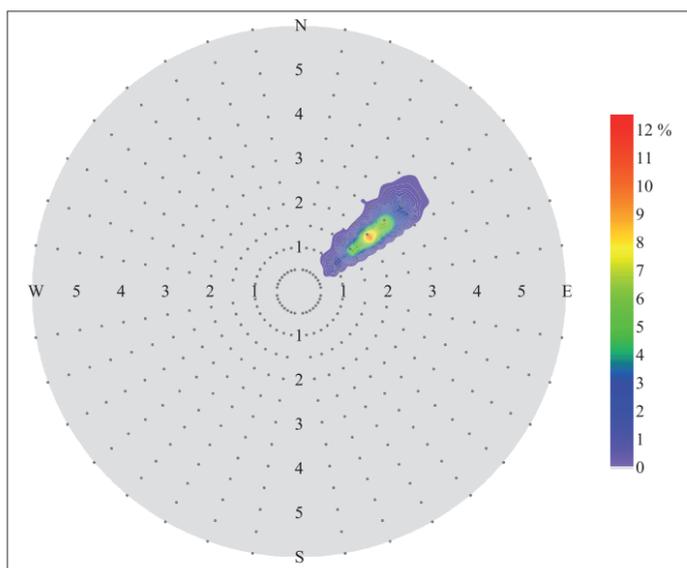


b: meses de abril hasta julio.

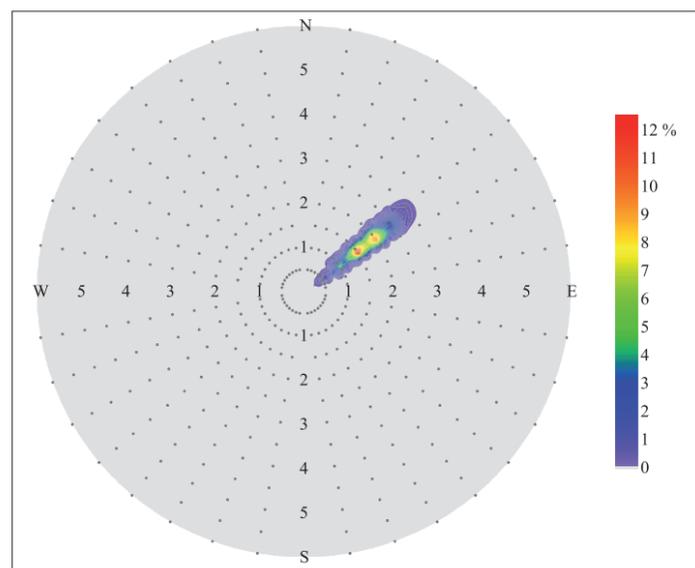


c: meses de agosto hasta noviembre.

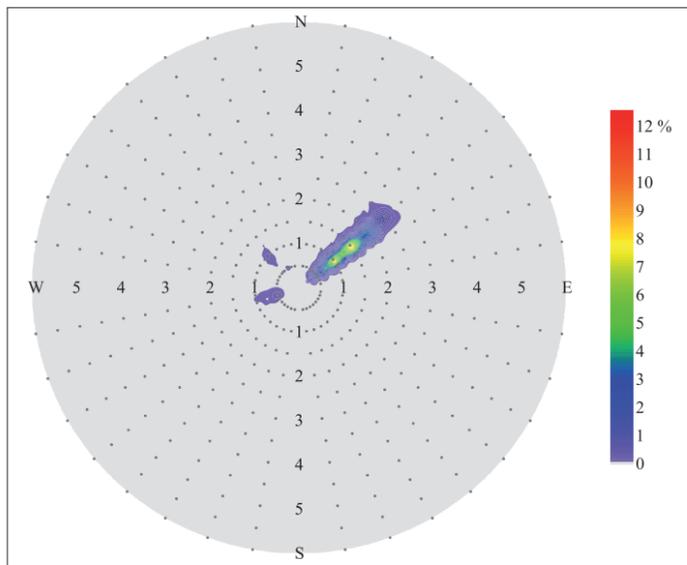
Figura 130. a-c
Histograma y gráfico polar de la dirección (Dp) de las olas para el punto “Santa Marta”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.

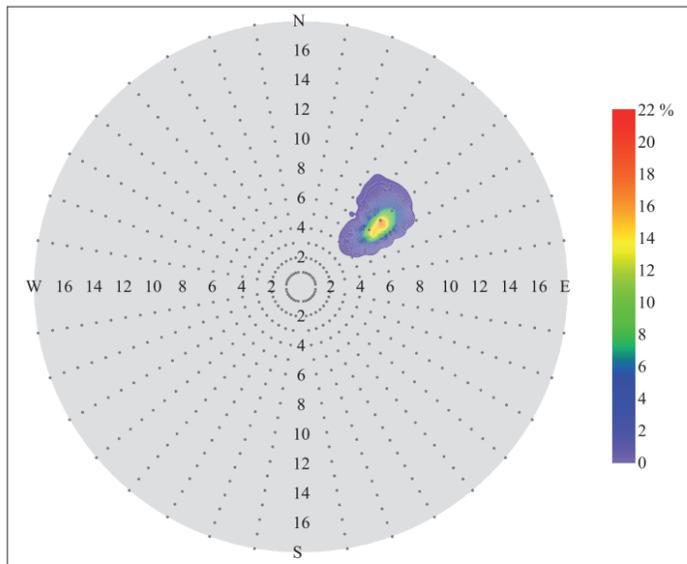


b: meses de abril hasta julio.

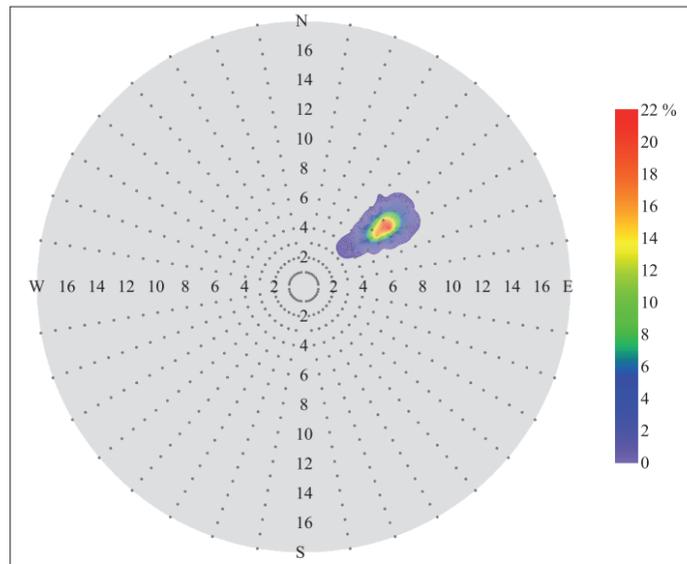


c: meses de agosto hasta noviembre.

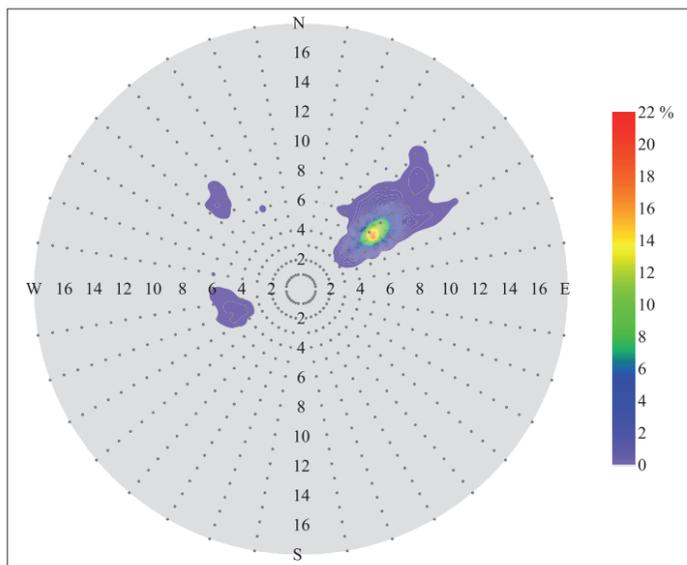
Figura 131. a-c
Diagrama polar de la altura de las olas expresada en metros en función de la dirección en grados para el punto “Santa Marta”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



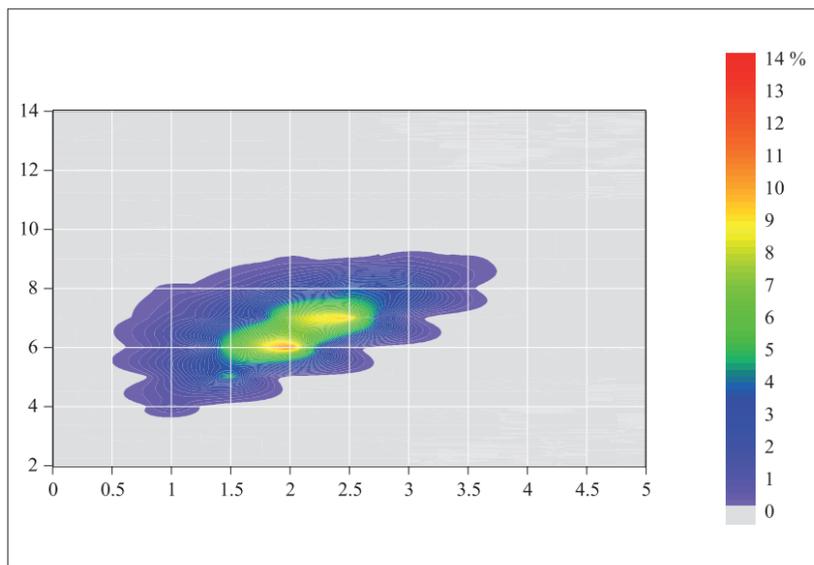
b: meses de abril hasta julio.



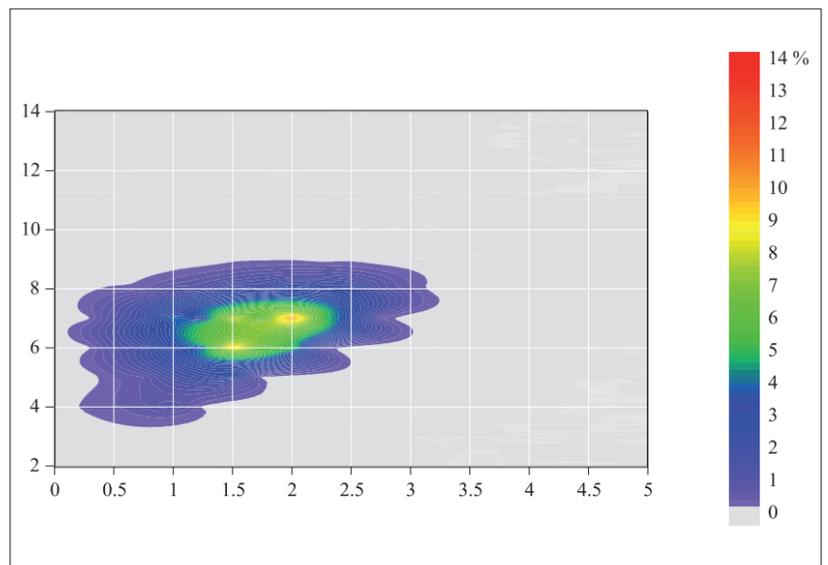
c: meses de agosto hasta noviembre

Figura 132. a-c

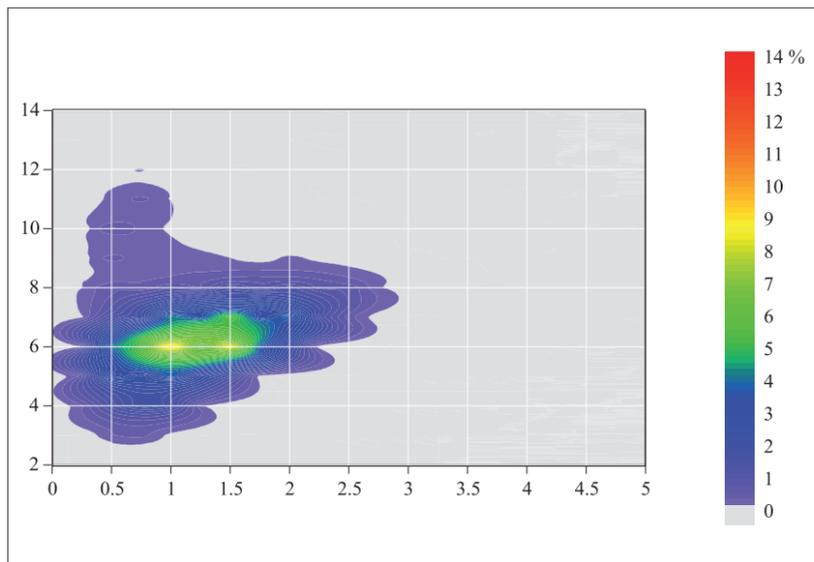
Diagrama polar de la dirección de las olas expresada en grados en función del periodo en segundos para el punto “Santa Marta”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



b: meses de abril hasta julio.

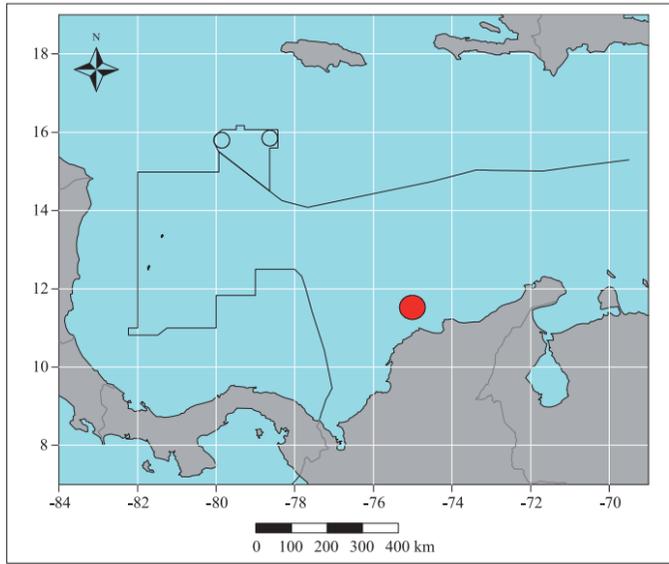


c: meses de agosto hasta noviembre

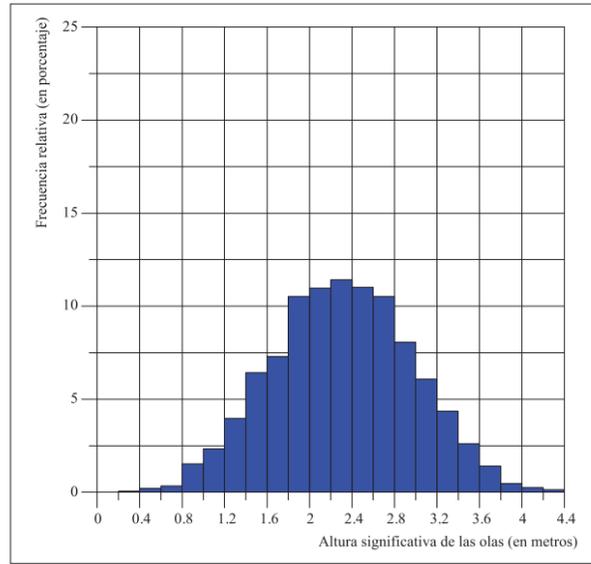
Figura 133. a-c

Correlograma de la altura de las olas expresada en metros en función del periodo en segundos para el punto “Santa Marta”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

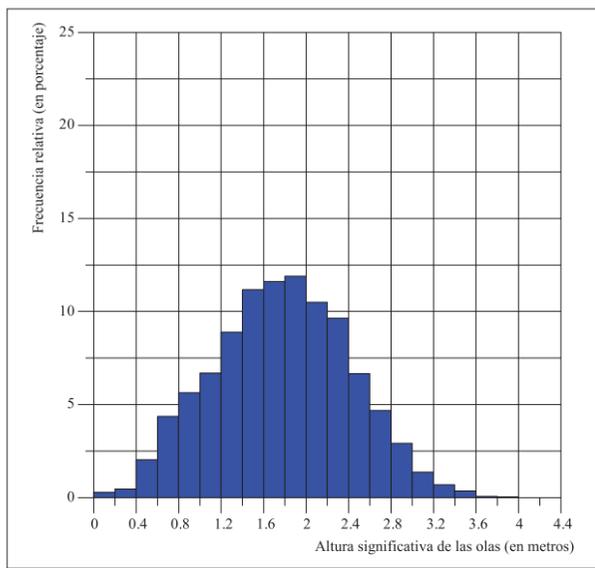
PUERTO COLOMBIA



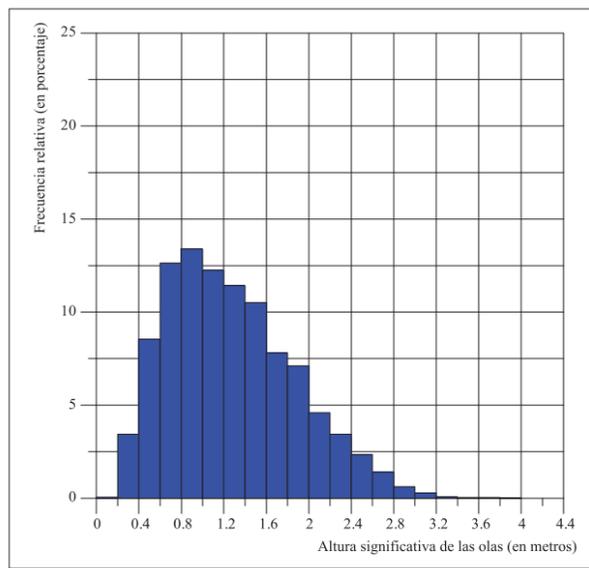
a: Localización.



b: meses de diciembre hasta marzo.



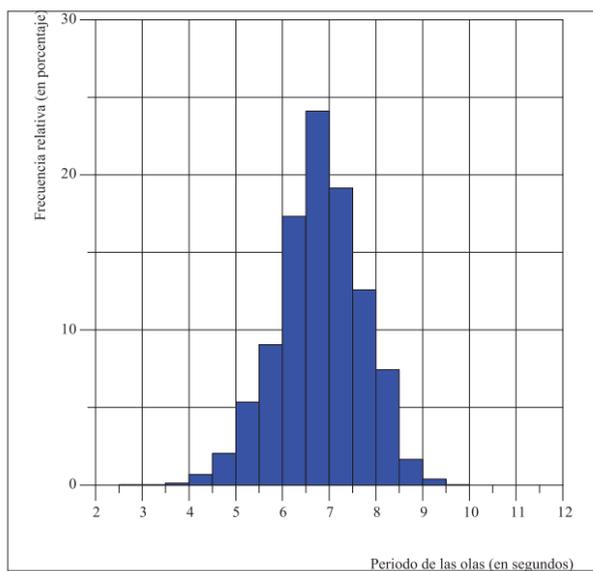
c: meses de abril hasta julio.



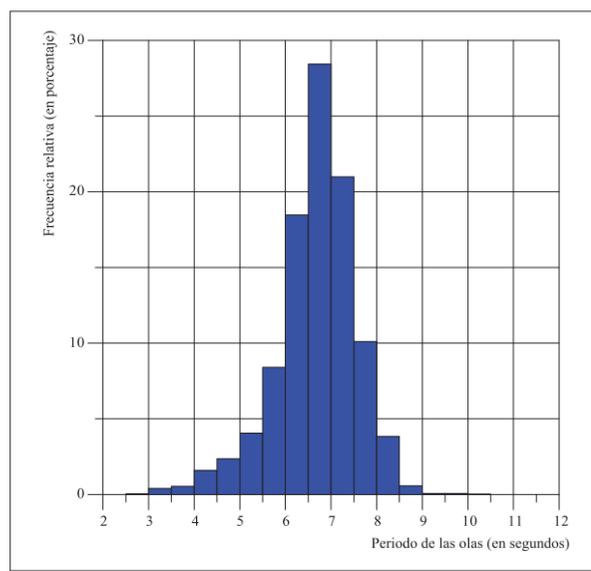
d: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 134. a-d

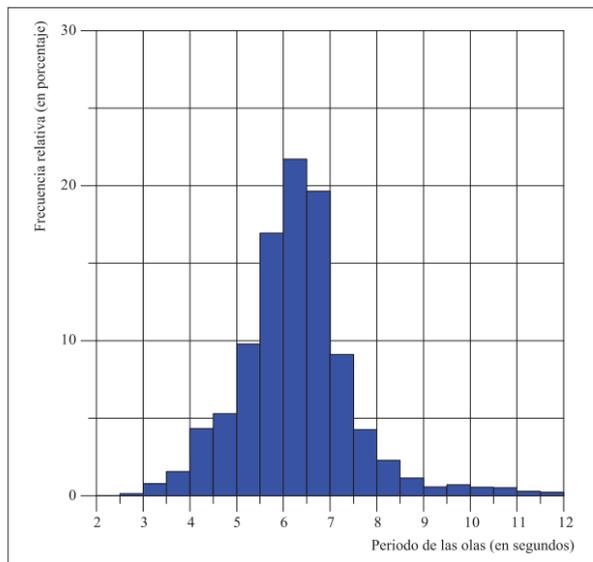
Histogramas de la altura significativa (H_s) de las olas para el punto “**Puerto Colombia**”, escala en m; datos del modelo WaveWatch III, del “*Western North Atlantic 0.25 degree model*” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “*10 minute regional Atlantic grid*” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “*Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction*”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



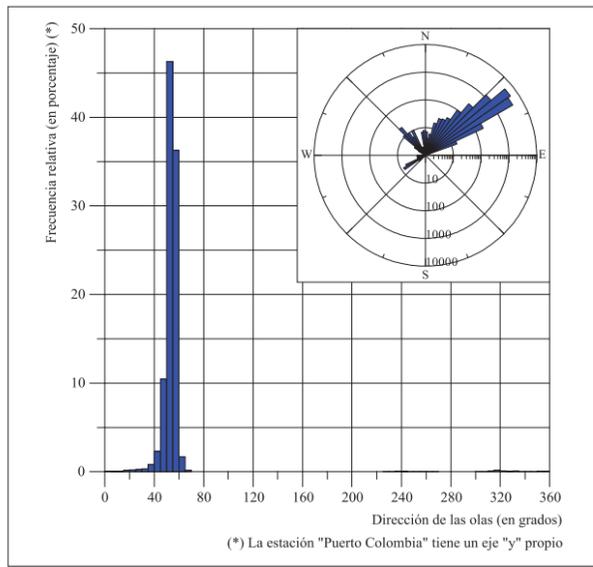
b: meses de abril hasta julio.



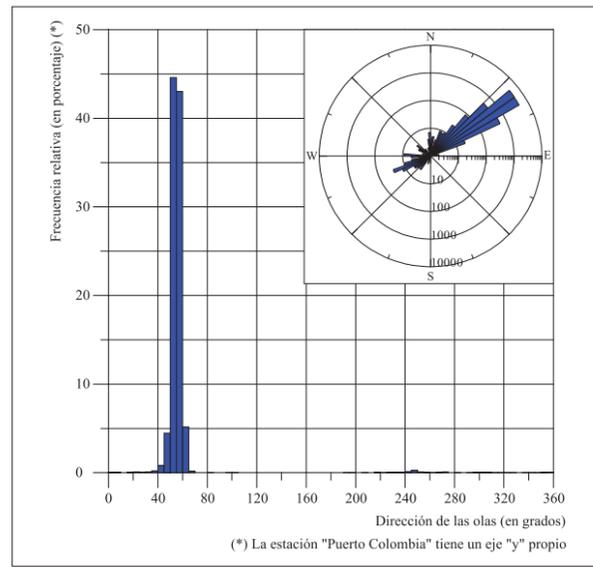
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 135. a-c

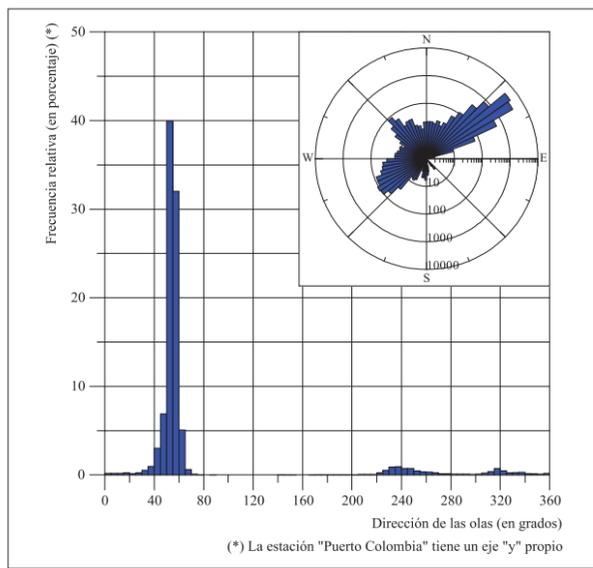
Histogramas del periodo (T_p) de las olas para el punto “**Puerto Colombia**”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “*Western North Atlantic 0.25 degree model*” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “*10 minute regional Atlantic grid*” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “*Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction*”.



a: meses de diciembre hasta marzo.

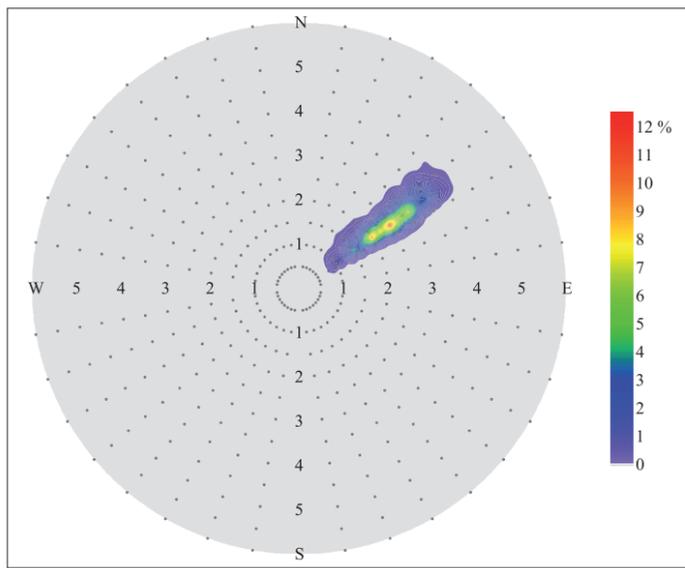


b: meses de abril hasta julio.

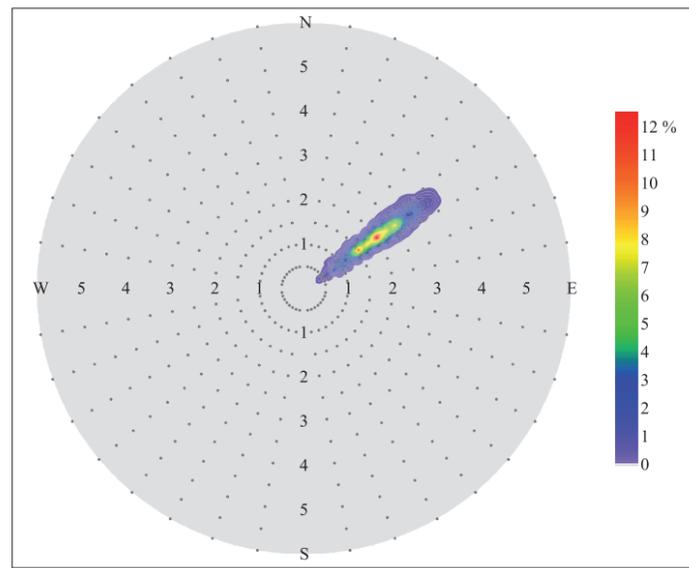


c: meses de agosto hasta noviembre.

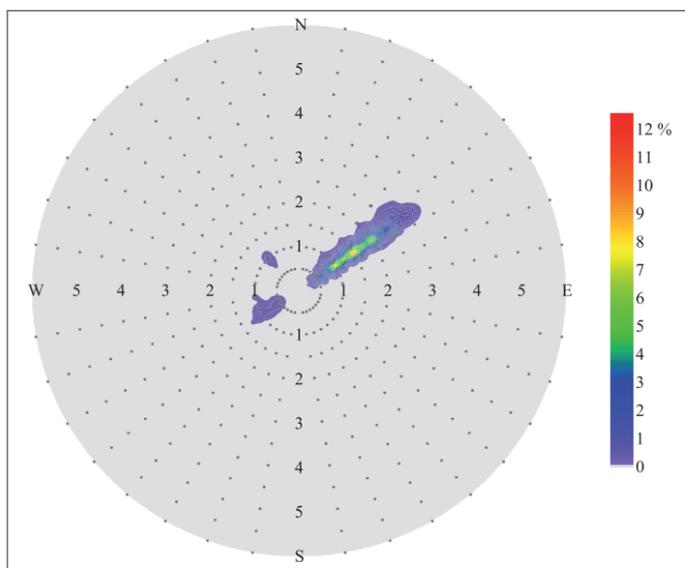
Figura 136. a-c
Histograma y gráfico polar de la dirección (Dp) de las olas para el punto “Puerto Colombia”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



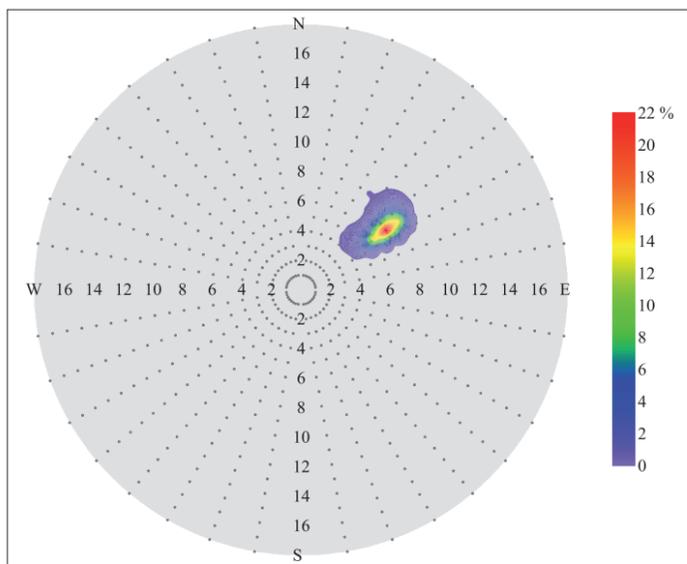
b: meses de abril hasta julio.



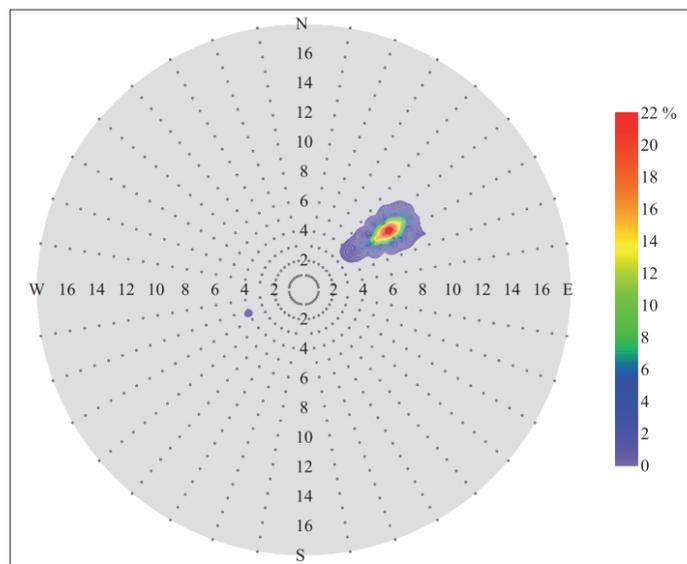
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 137. a-c
Diagrama polar de la altura de las olas expresada en metros en función de la dirección en grados para el punto “Puerto Colombia”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

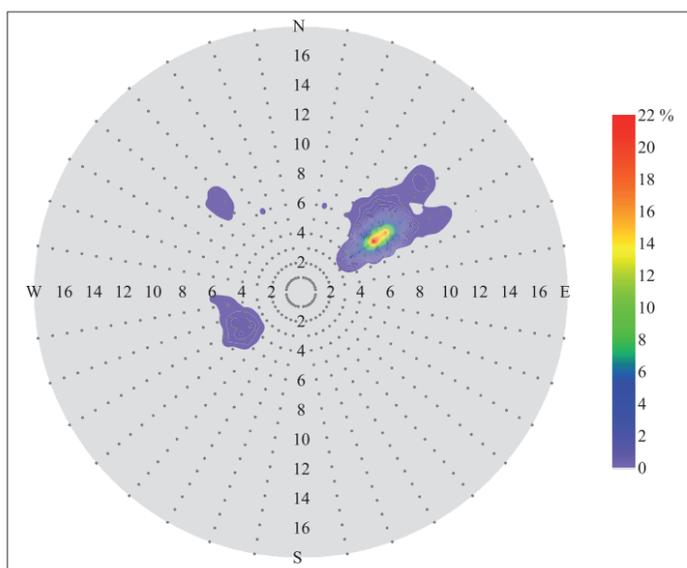
DATOS POR TEMPORADAS ■ PUERTO COLOMBIA



a: meses de diciembre hasta marzo.



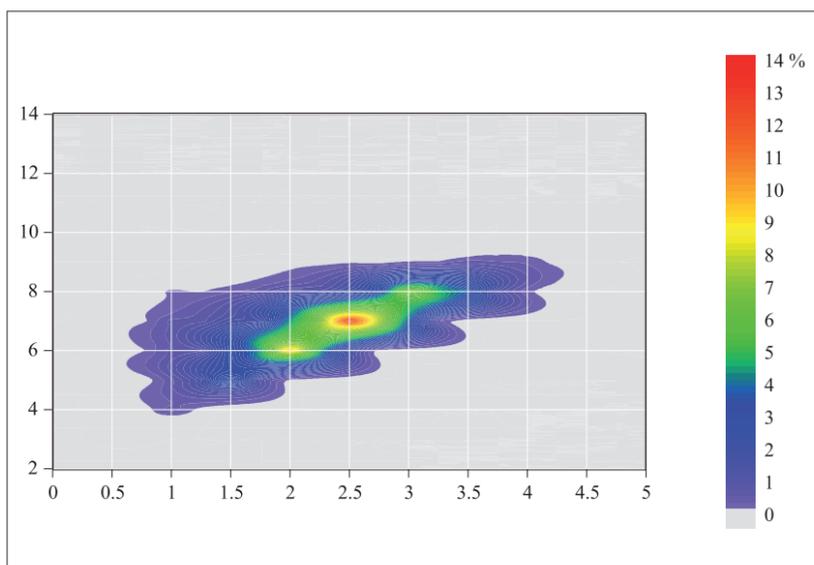
b: meses de abril hasta julio.



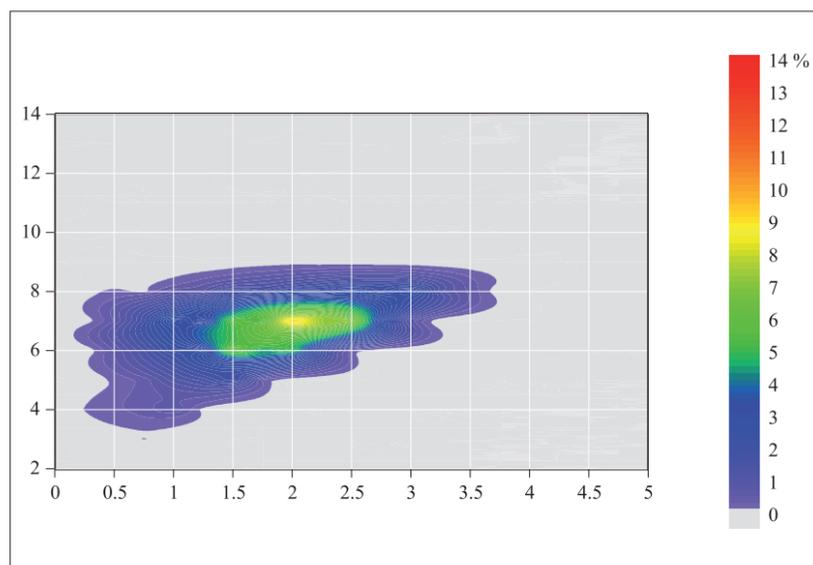
c: meses de agosto hasta noviembre

Figura 138. a-c

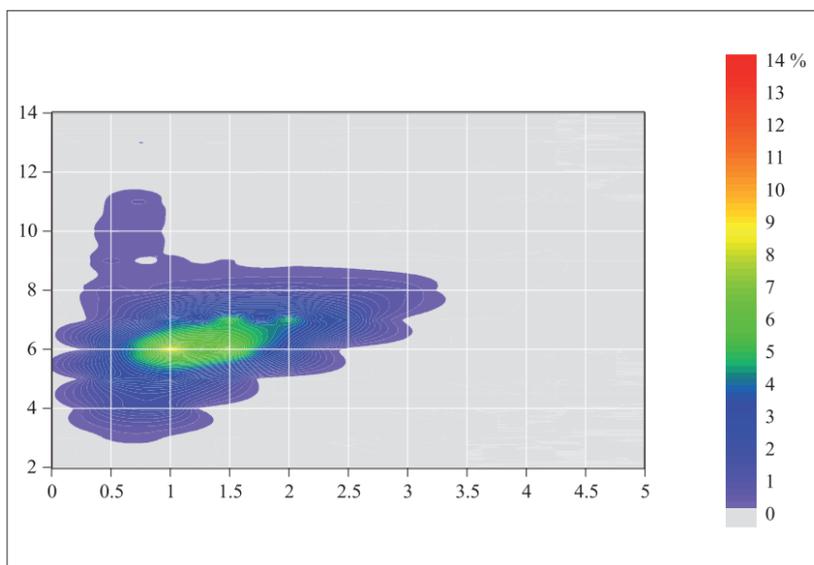
Diagrama polar de la dirección de las olas expresada en grados en función del periodo en segundos para el punto “Puerto Colombia”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



b: meses de abril hasta julio.

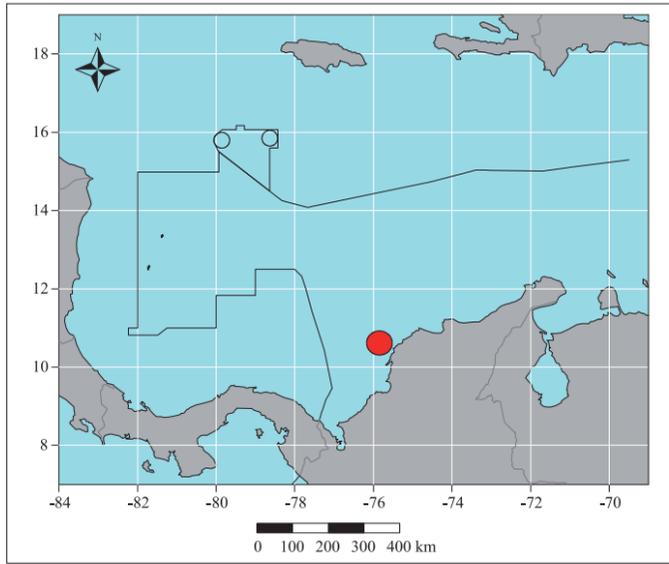


c: meses de agosto hasta noviembre

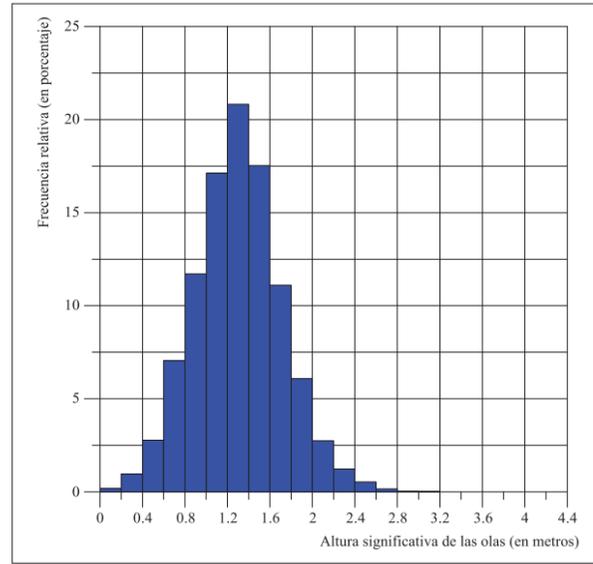
Figura 139. a-c

Correlograma de la altura de las olas expresada en metros en función del periodo en segundos para el punto “Puerto Colombia”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

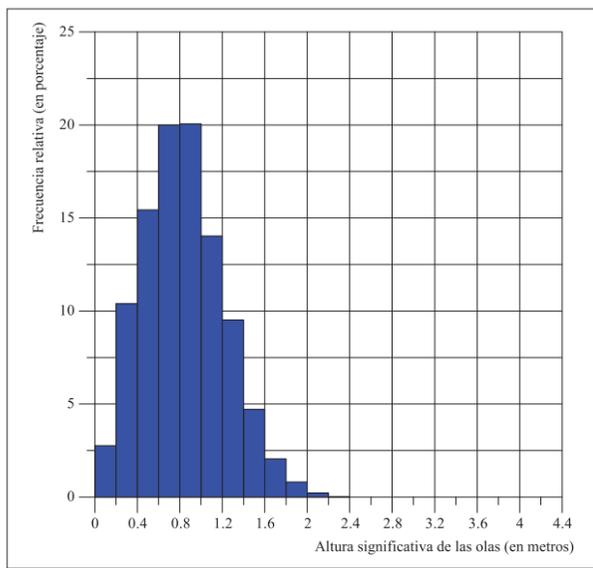
CARTAGENA



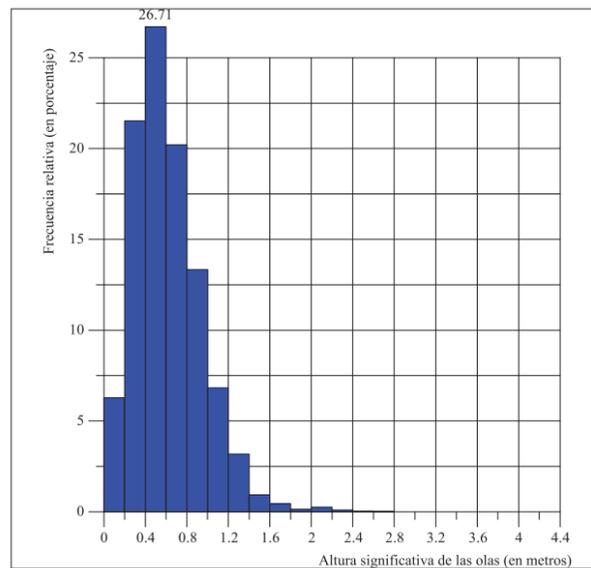
a: Localización.



b: meses de diciembre hasta marzo.



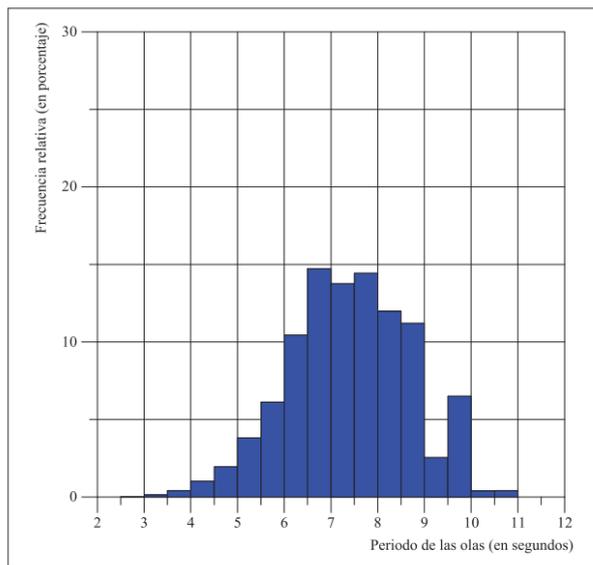
c: meses de abril hasta julio.



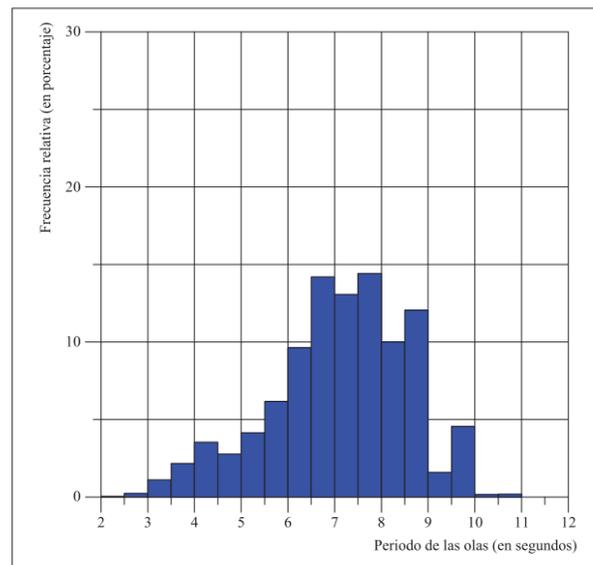
d: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 140. a-d

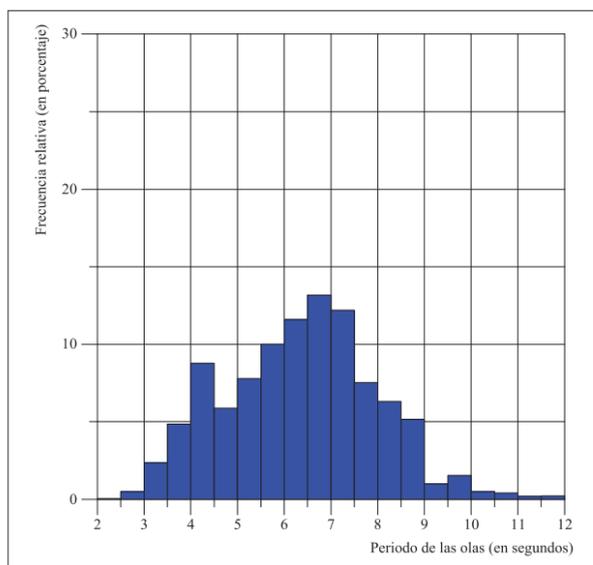
Histogramas de la altura significativa (H_s) de las olas para el punto “Cartagena”, escala en m; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



b: meses de abril hasta julio.

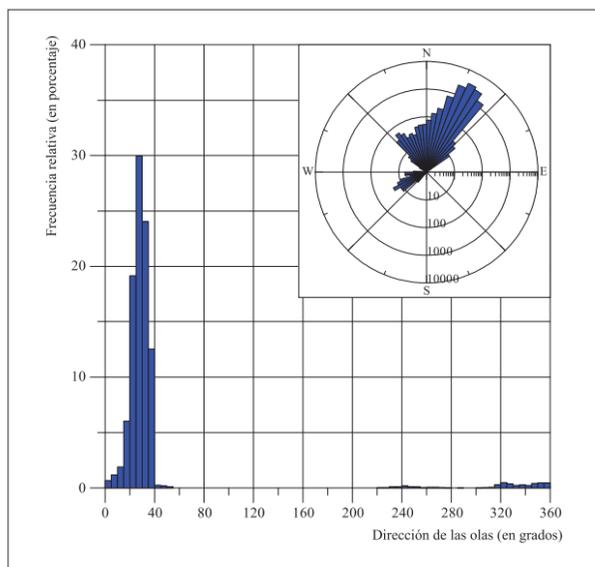


c: meses de agosto hasta noviembre.

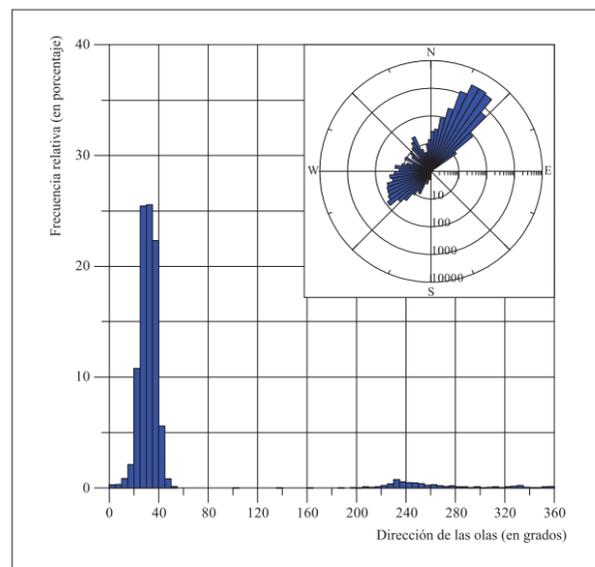
Figura 141. a-c

Histogramas del periodo (T_p) de las olas para el punto “Cartagena”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

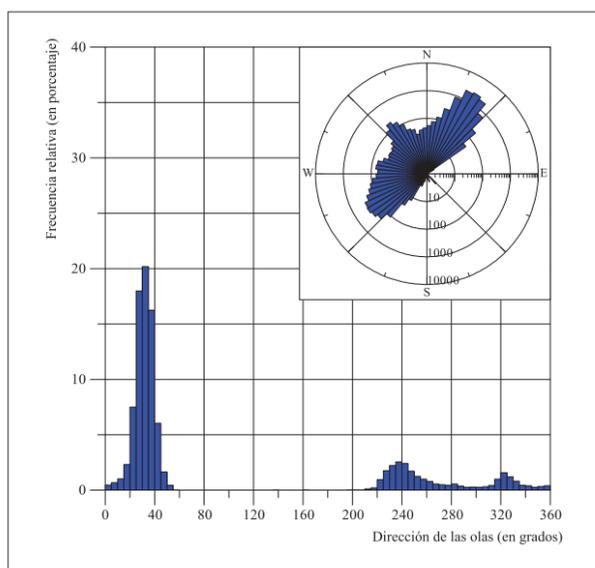
DATOS POR TEMPORADAS ■ CARTAGENA



a: meses de diciembre hasta marzo.



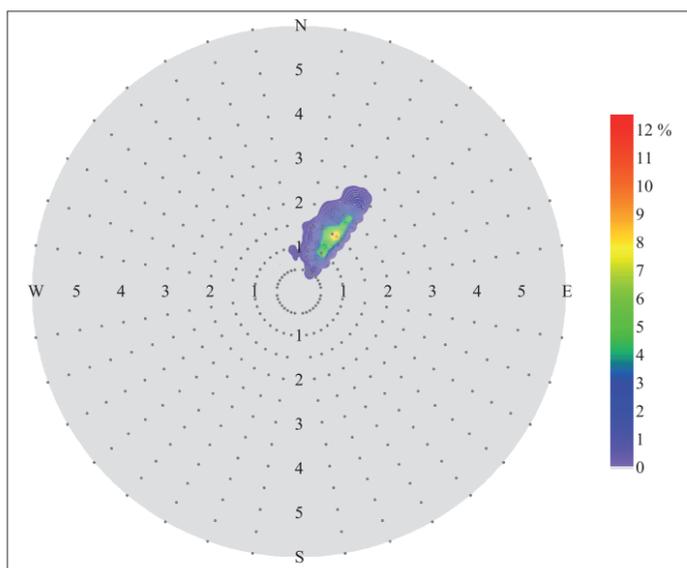
b: meses de abril hasta julio.



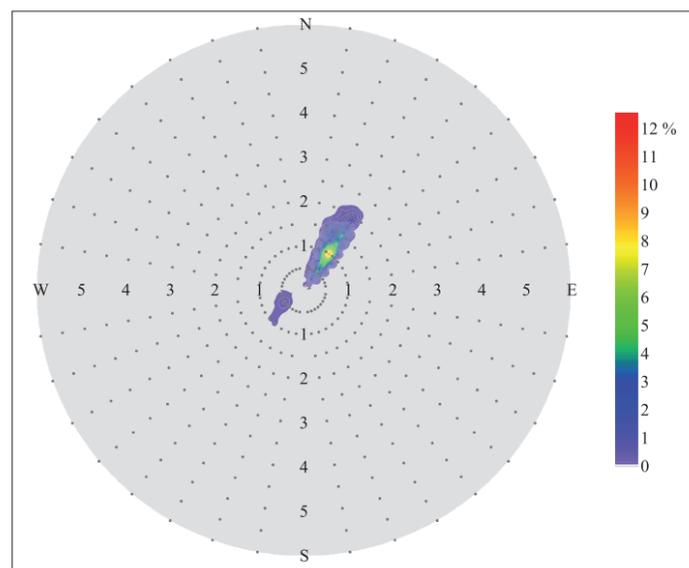
c: meses de agosto hasta noviembre.

142. a-c

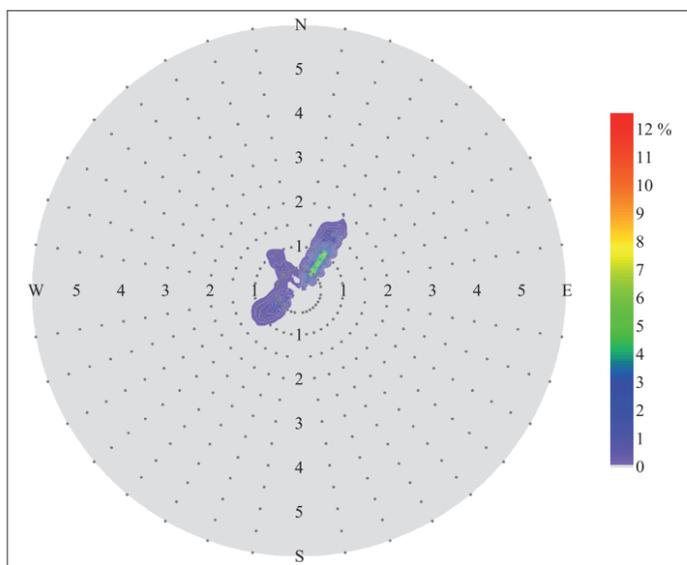
Histograma y gráfico polar de la dirección (Dp) de las olas para el punto “Cartagena”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



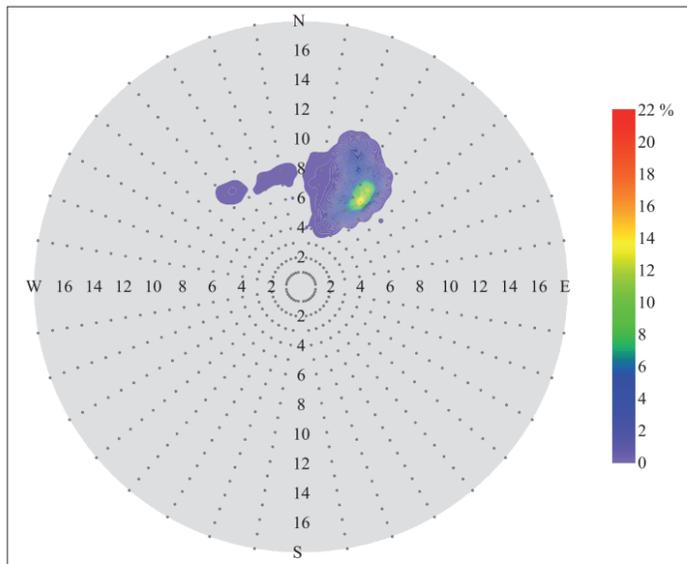
b: meses de abril hasta julio.



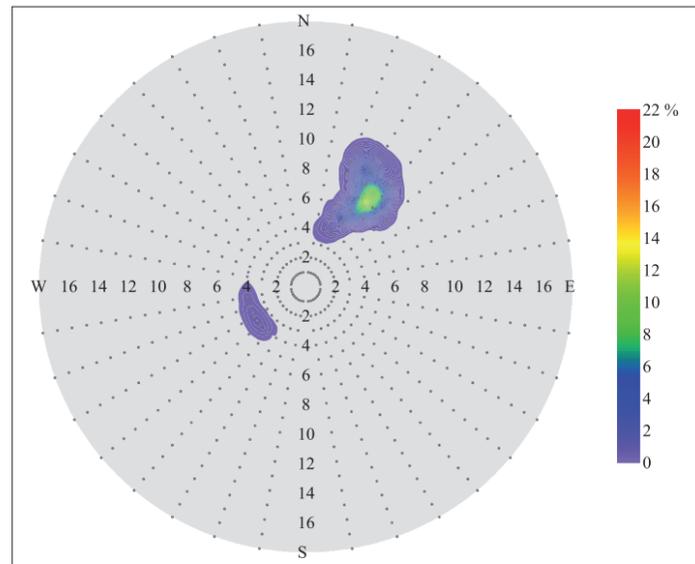
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 143. a-c

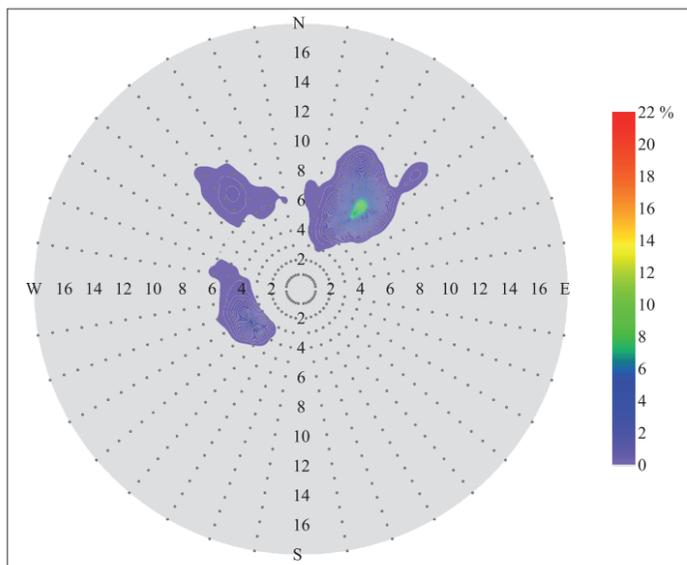
Diagrama polar de la altura de las olas expresada en metros en función de la dirección en grados para el punto “Cartagena”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



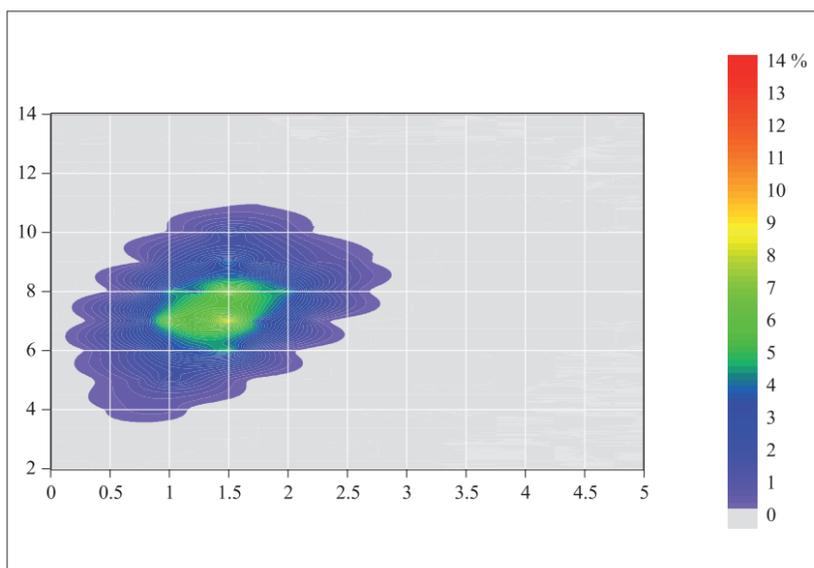
b: meses de abril hasta julio.



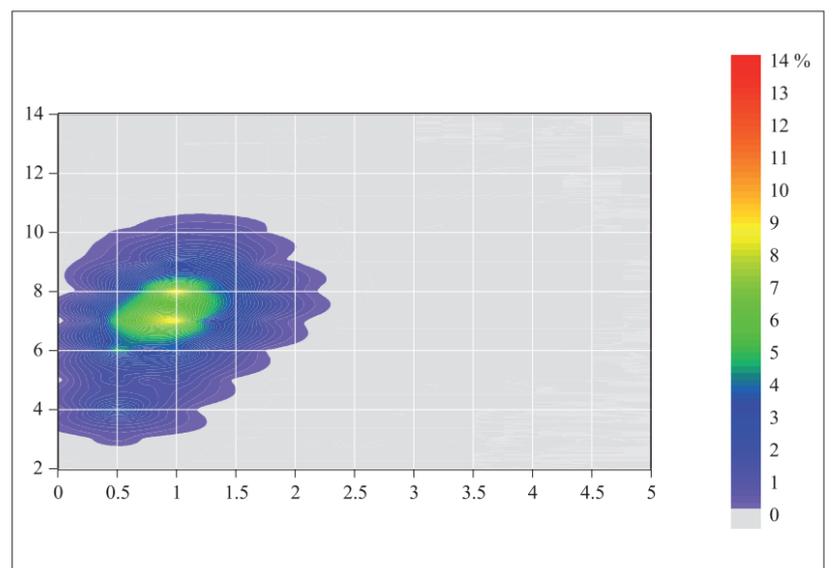
c: meses de agosto hasta noviembre

Figura 144. a-c

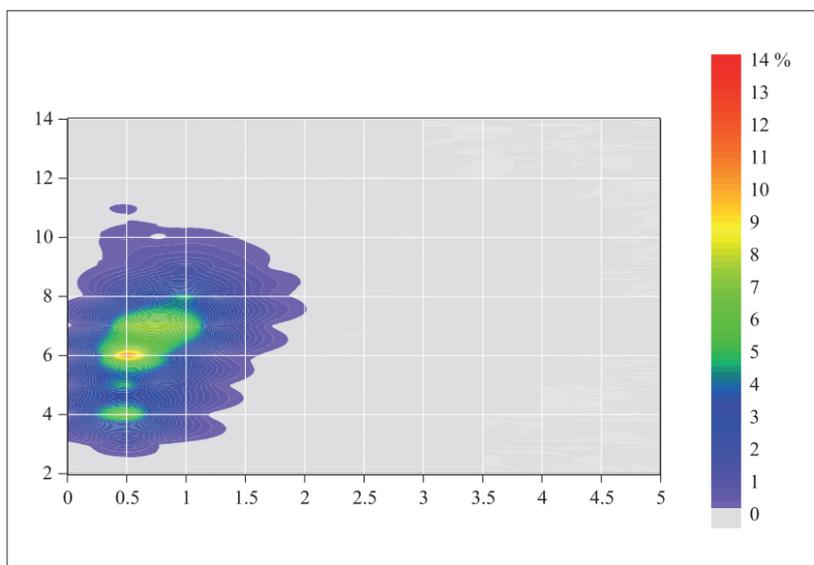
Diagrama polar de la dirección de las olas expresada en grados en función del periodo en segundos para el punto “Cartagena”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



b: meses de abril hasta julio.

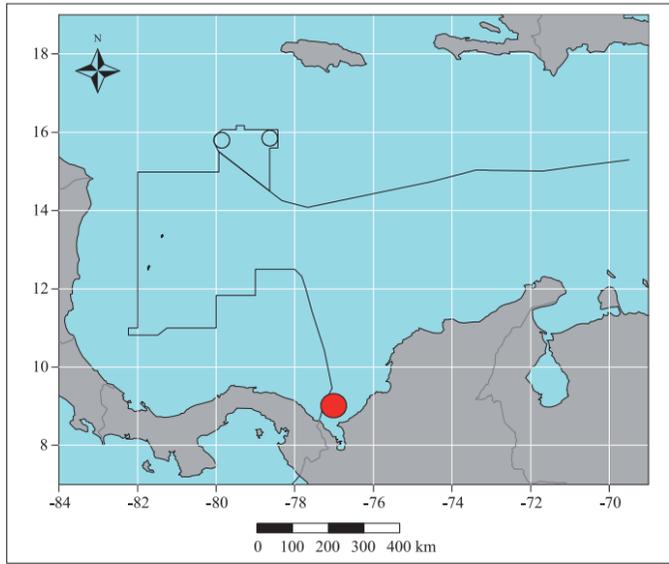


c: meses de agosto hasta noviembre

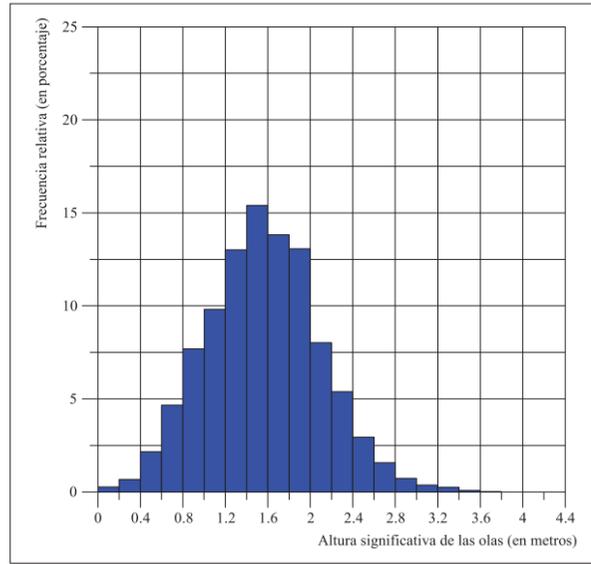
Figura 145. a-c

Correlograma de la altura de las olas expresada en metros en función del periodo en segundos para el punto “Cartagena”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

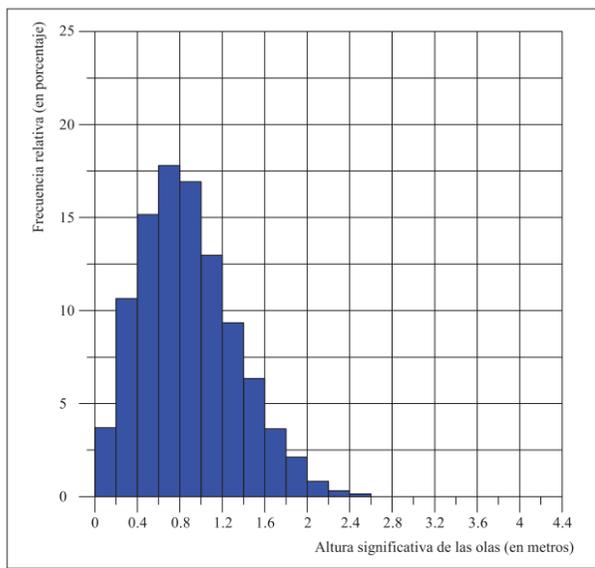
URABÁ



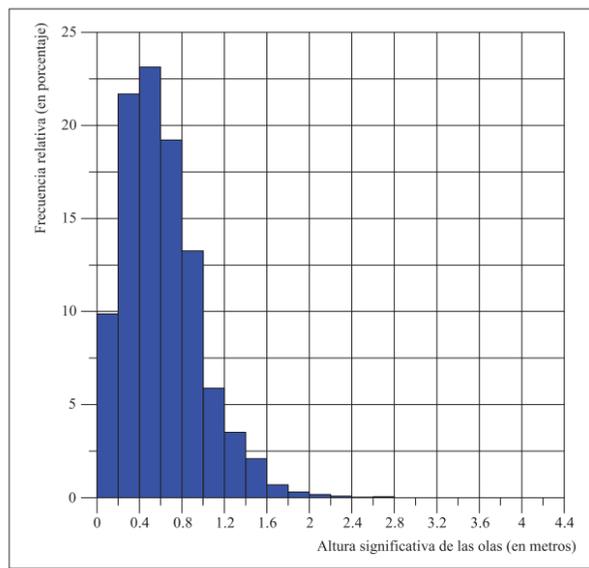
a: Localización.



b: meses de diciembre hasta marzo.



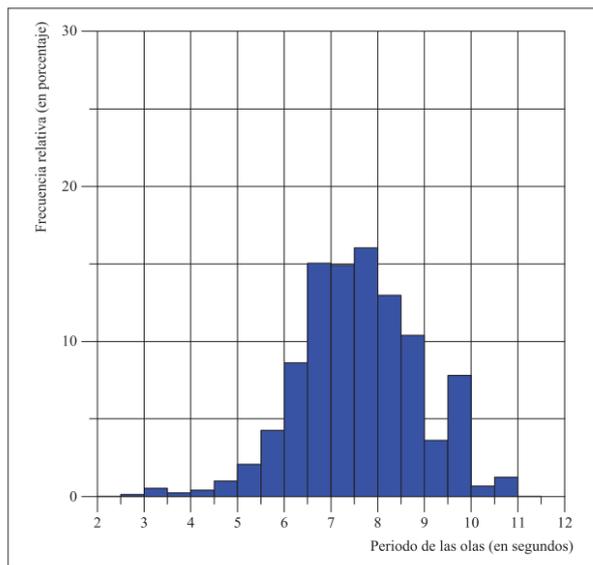
c: meses de abril hasta julio.



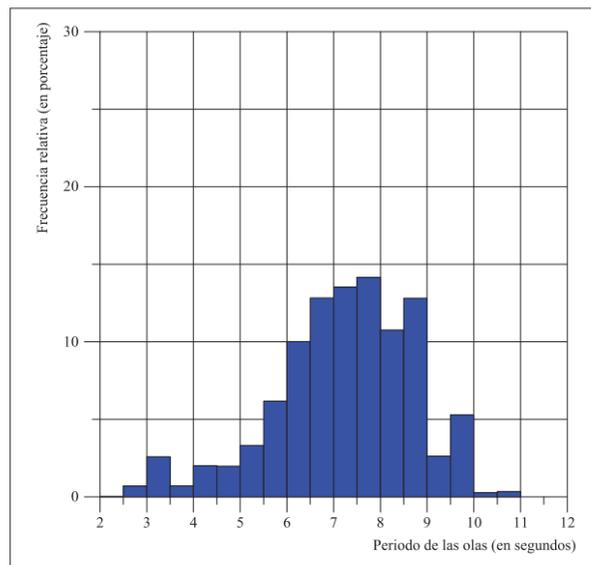
d: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 146. a-d

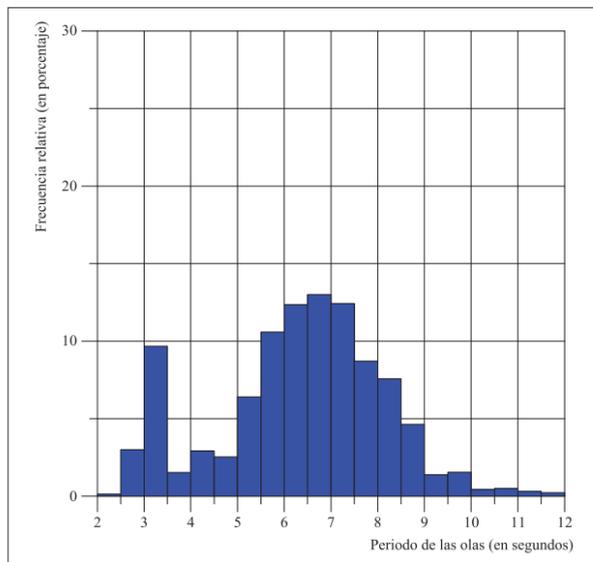
Histogramas de la altura significativa (H_s) de las olas para el punto “Urabá”, escala en m; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



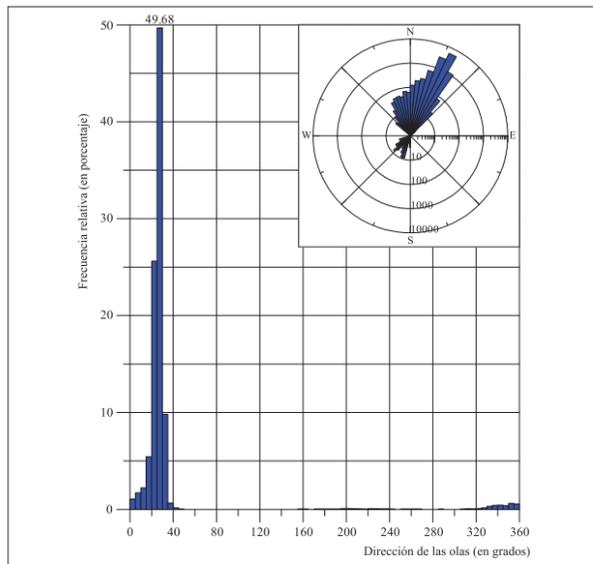
b: meses de abril hasta julio.



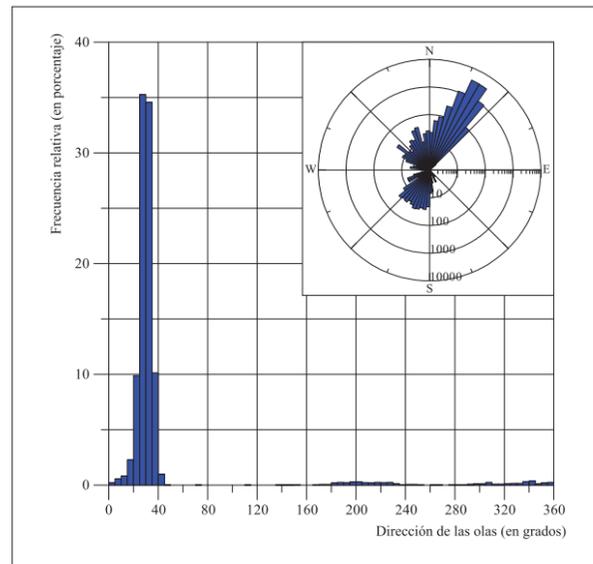
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 147. a-c

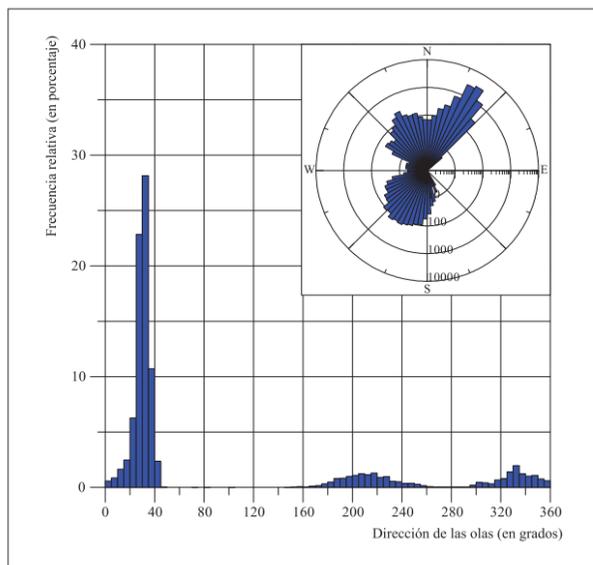
Histogramas del periodo (T_p) de las olas para el punto “Urabá”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.

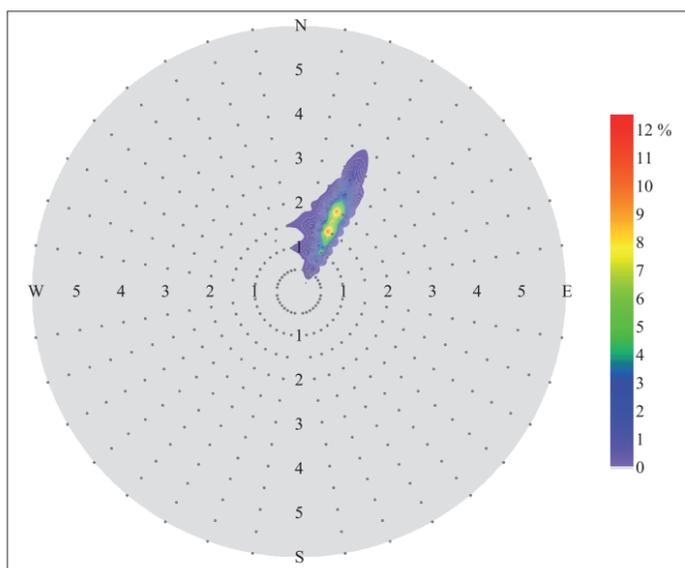


b: meses de abril hasta julio.

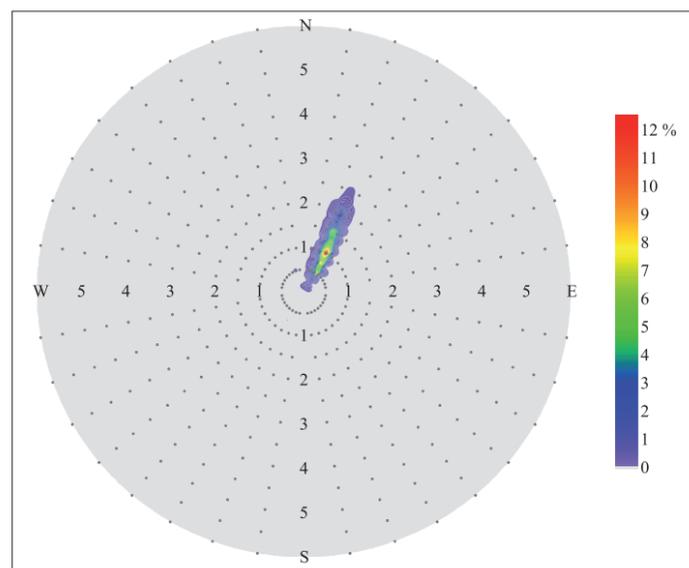


c: meses de agosto hasta noviembre.

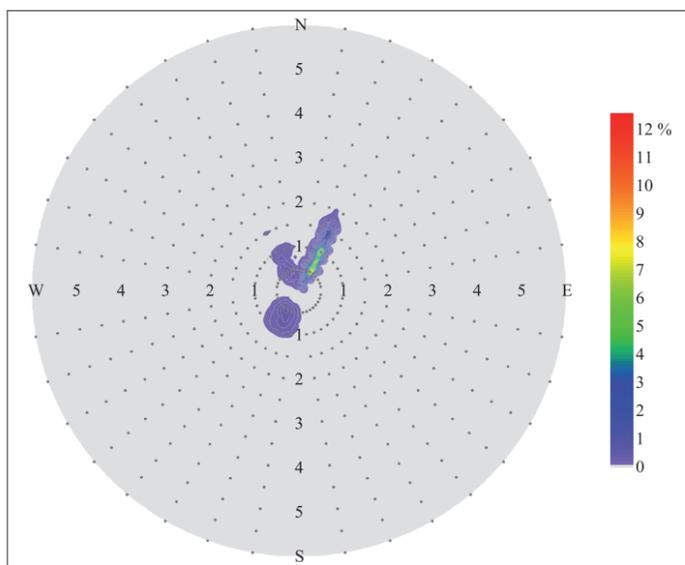
Figura 148. a-c
Histograma y gráfico polar de la dirección (D_p) de las olas para el punto “Urabá”, escala en s; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



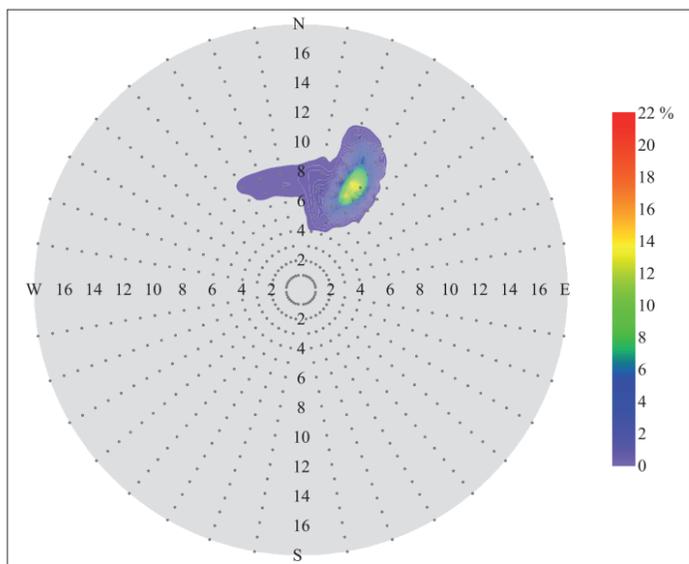
b: meses de abril hasta julio.



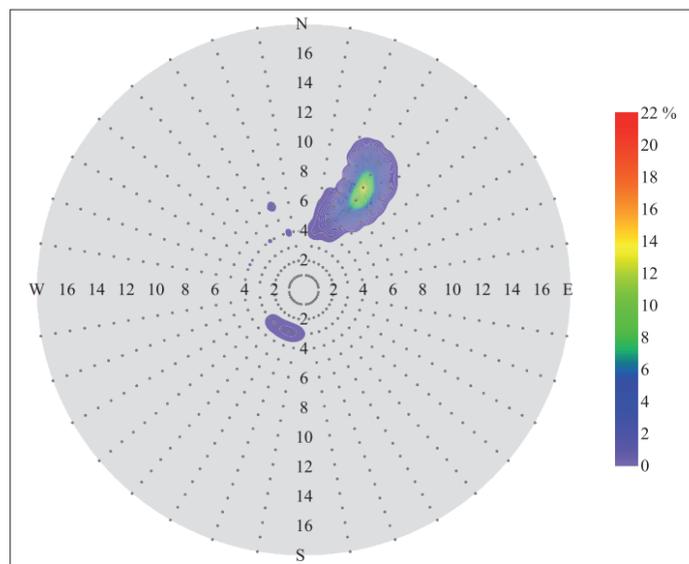
c: meses de agosto hasta noviembre.

Figura 149. a-c
Diagrama polar de la altura de las olas expresada en metros en función de la dirección en grados para el punto “Urabá”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

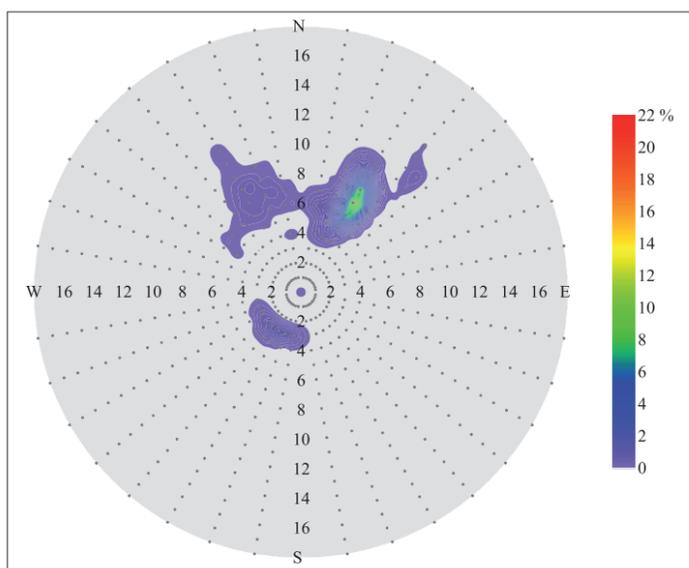
DATOS POR TEMPORADAS ■ URABÁ



a: meses de diciembre hasta marzo.



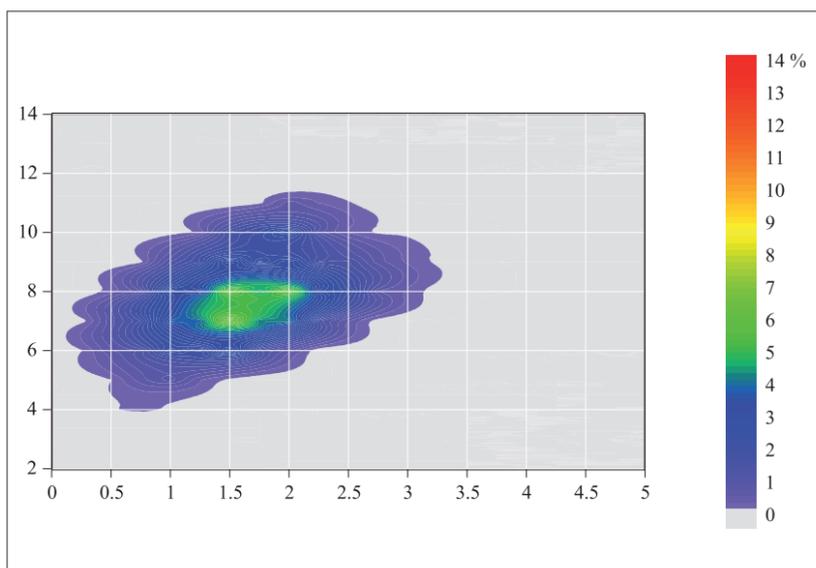
b: meses de abril hasta julio.



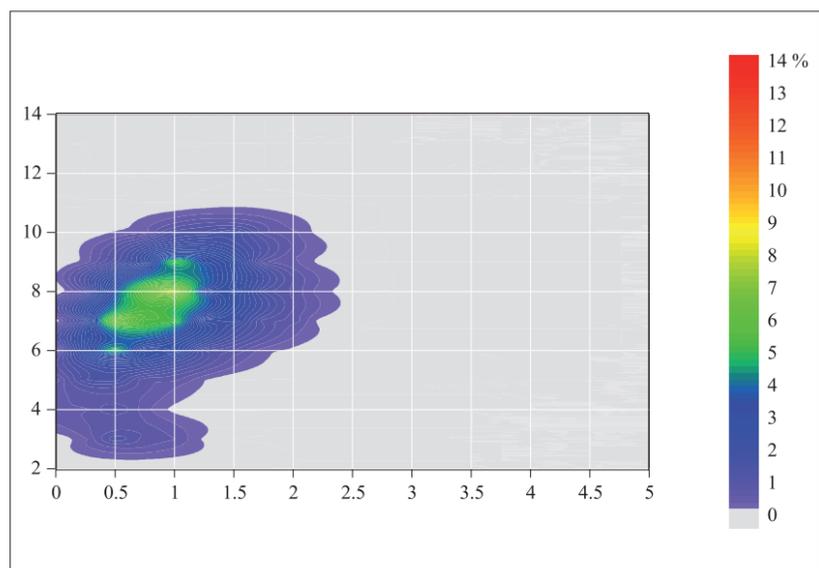
c: meses de agosto hasta noviembre

Figura 150. a-c

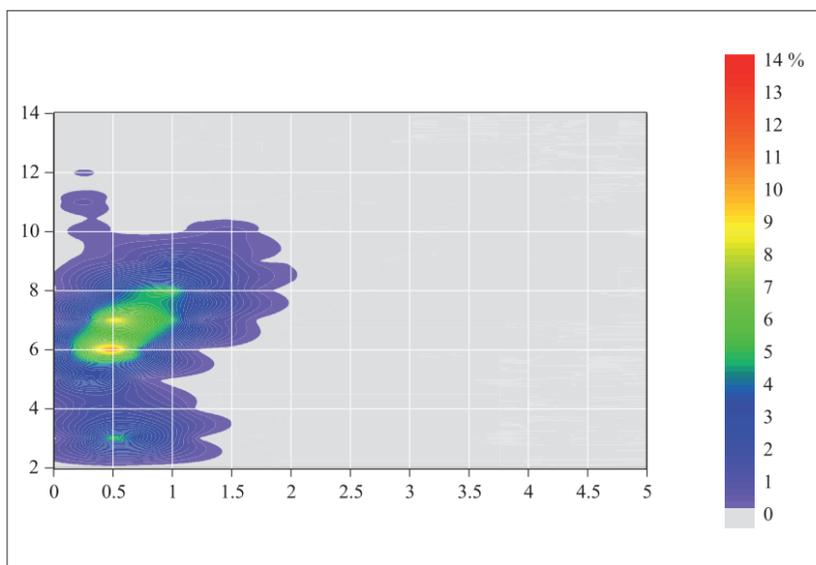
Diagrama polar de la dirección de las olas expresada en grados en función del periodo en segundos para el punto “Urabá”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.



a: meses de diciembre hasta marzo.



b: meses de abril hasta julio.



c: meses de agosto hasta noviembre

Figura 151. a-c

Correlograma de la altura de las olas expresada en metros en función del periodo en segundos para el punto “Urabá”; datos del modelo WaveWatch III, del “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y del “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011. Base de datos “Noaa, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

CONDICIONES EXTREMAS



Se presentan a continuación datos por temporadas, basados en los tres periodos estacionales claramente definidos para el Caribe colombiano; estación 1: de diciembre a marzo; estación 2: de abril a julio y estación 3: de agosto a noviembre. El análisis se llevó a cabo para nueve sitios tanto del archipiélago de San Andrés y Providencia como cercanos a la costa: Bajo Alicia, Cayo Roncador, San Andrés, bahía Honda, Riohacha, Santa Marta, Puerto Colombia, Cartagena y Urabá. Luego del análisis de las bases de datos reseñadas, en los periodos de tiempo indicados, se realizaron las gráficas marcadas con los números 12 y 13 de los siguientes parámetros: tempestades con altura ola significativa >2m y altura de ola significativa para periodo de retorno de 10, 50, 100 y 500 años.

BAJO NUEVO

Figura 152

Curva del periodo de retorno de la altura significativa, escala en m; punto Bajo Nuevo; ϕ : -78.67° , λ : 16° ; datos “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011; 34328 observaciones o 11.75 años de análisis; base de datos “NOAA, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

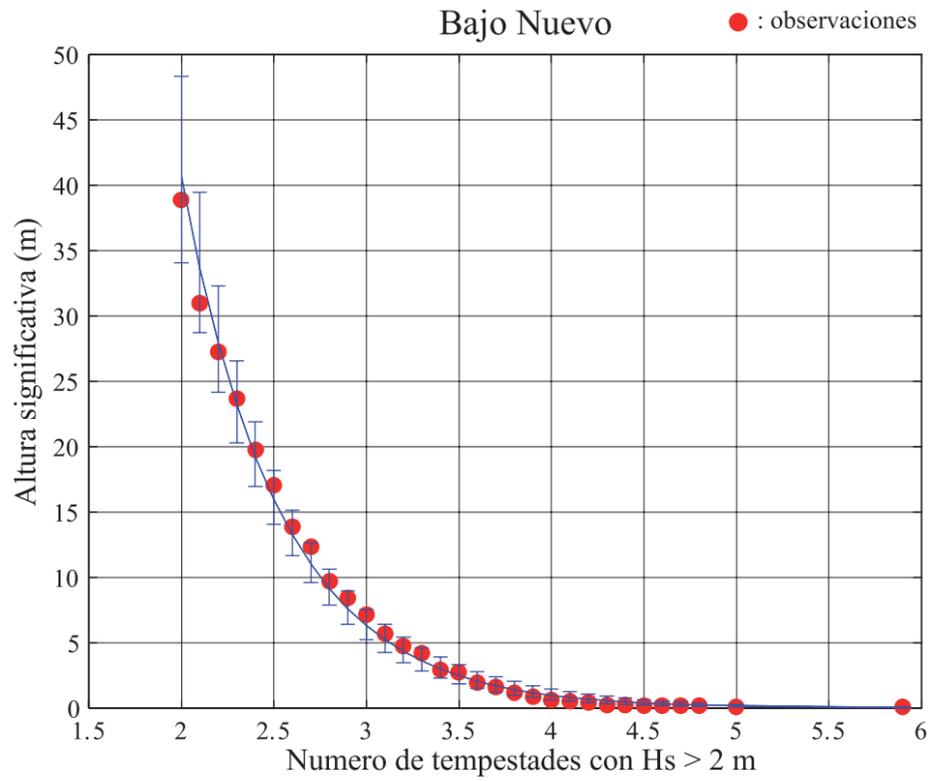
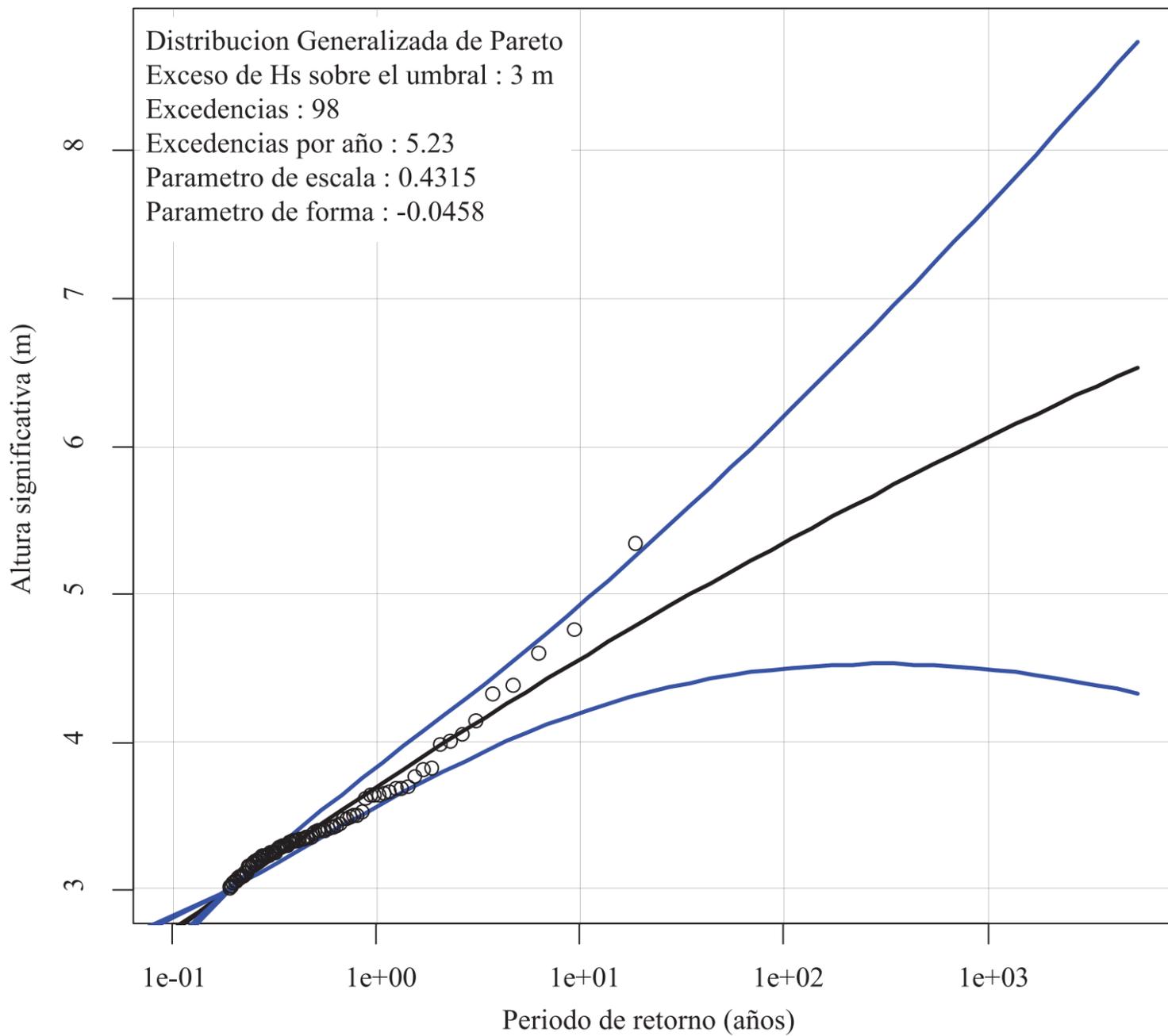


Figura 153

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Bajo Nuevo: ϕ : $-78.67^\circ \pm 0.5^\circ$, λ : $15.83^\circ \pm 0.5^\circ$; datos “CorSSH – mono mission” del 25 de septiembre de 1992 al 6 de agosto de 2011; 684 decenas de días o 18.73 años de observación; base de datos “AVISO, Centre national d’Études Spatiales”. Parámetros de la función Distribución Generalizada de Pareto: σ o parámetro de escala 0.4868 (Std. Err. = 0.0546) y ξ o parámetro de forma = 0,4315 (Std. Err. = 0.0563). Estimación de la ola significativa de probabilidad de retorno: 1 año = 3.69 m, 10 años = 4.56 m ; 50 años = 5.12; y 100 años = 5.35 m.



CAYO RONCADOR

Figura 154

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Roncador; ϕ : -80° , λ : 13.50° ; datos “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011; 34328 observaciones o 11.75 años de análisis; base de datos “NOAA, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

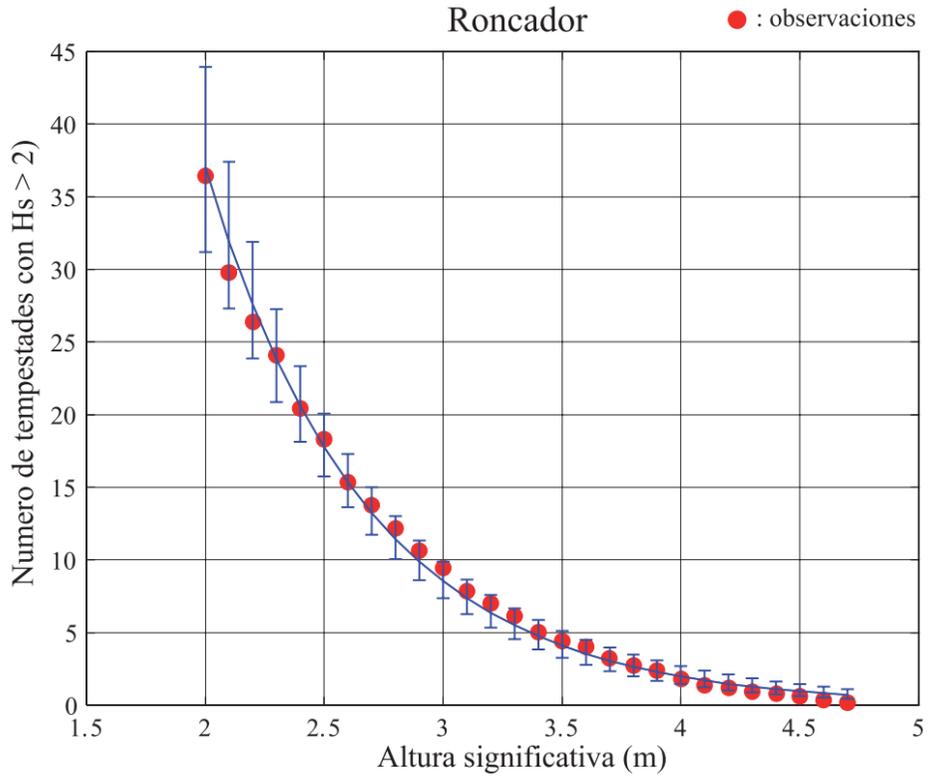
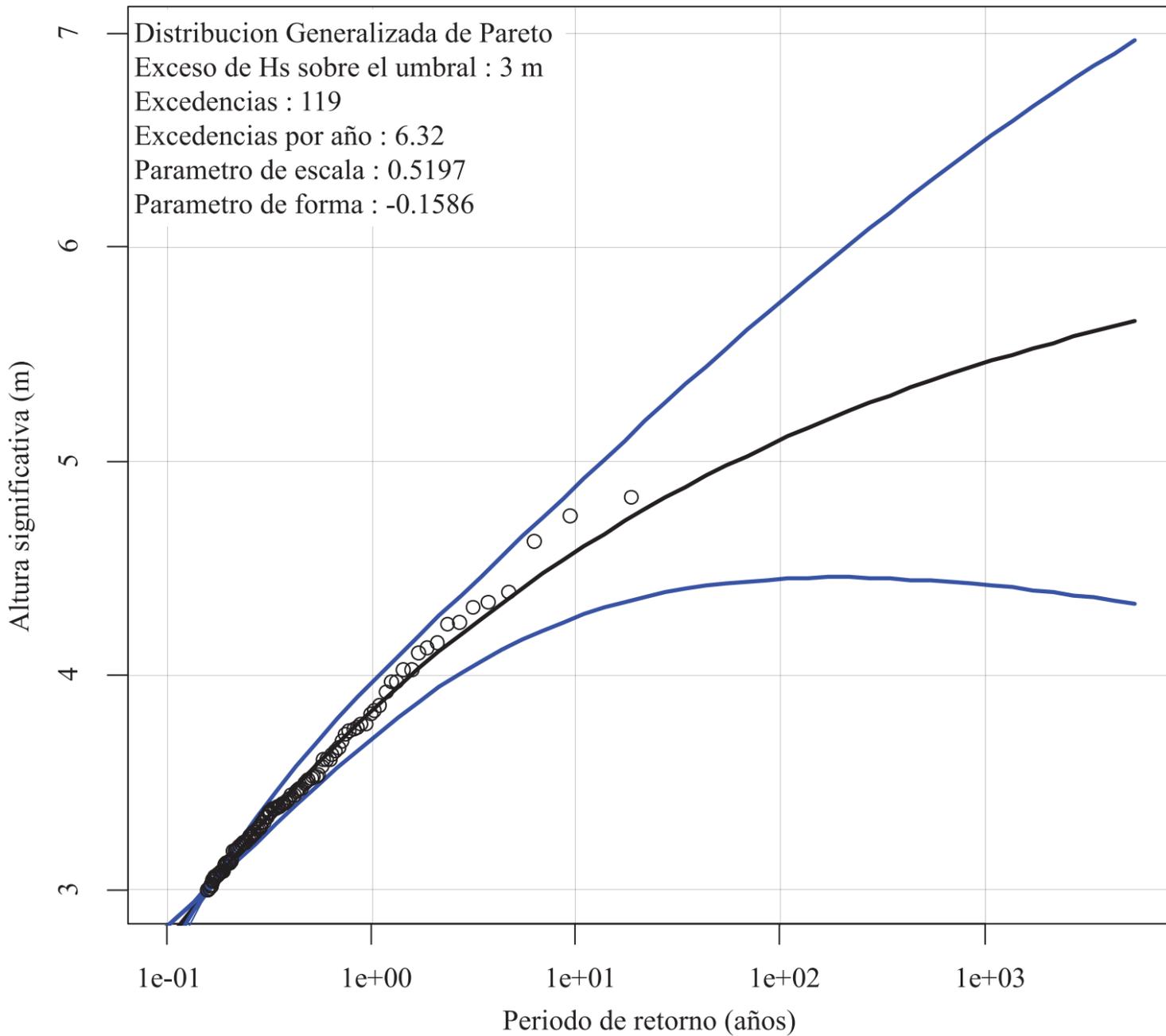


Figura 155

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Roncador: ϕ : $-80^\circ \pm 0.5^\circ$, λ : $13.50^\circ \pm 0.5^\circ$; datos “CorSSH – mono mission” del 25 de septiembre de 1992 al 6 de agosto de 2011; 688 decenas de días o 18.84 años de observación; base de datos “AVISO, Centre national d’Études Spatiales”. Parámetros de la función Distribución Generalizada de Pareto: σ o parámetro de escala 0.5197 (Std. Err. = 0.0660) y ξ o parámetro de forma = 0.1586 (Std. Err. = 0.0892). Estimación de la ola significativa de probabilidad de retorno: 1 año = 3.83 m, 10 años = 4.58 m ; 50 años = 4.96; y 100 años = 5.10 m.



SAN ANDRÉS

Figura 156

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto San Andrés; ϕ : -81.83° , λ : 12.50° ; datos “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011; 34321 observaciones o 11.75 años de análisis; base de datos “NOAA, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

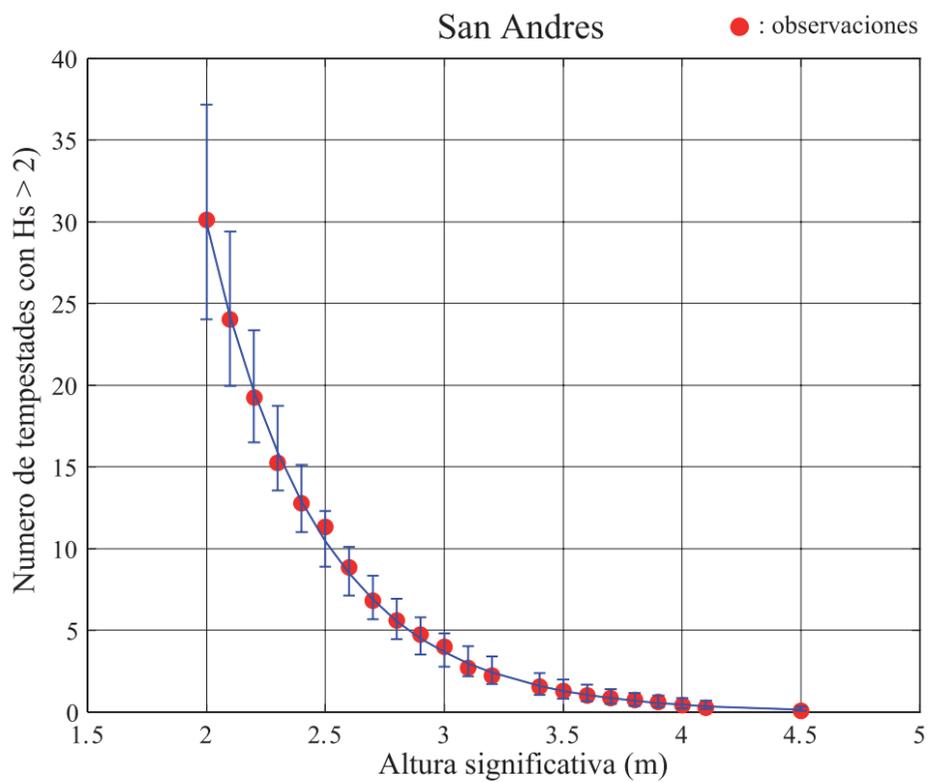
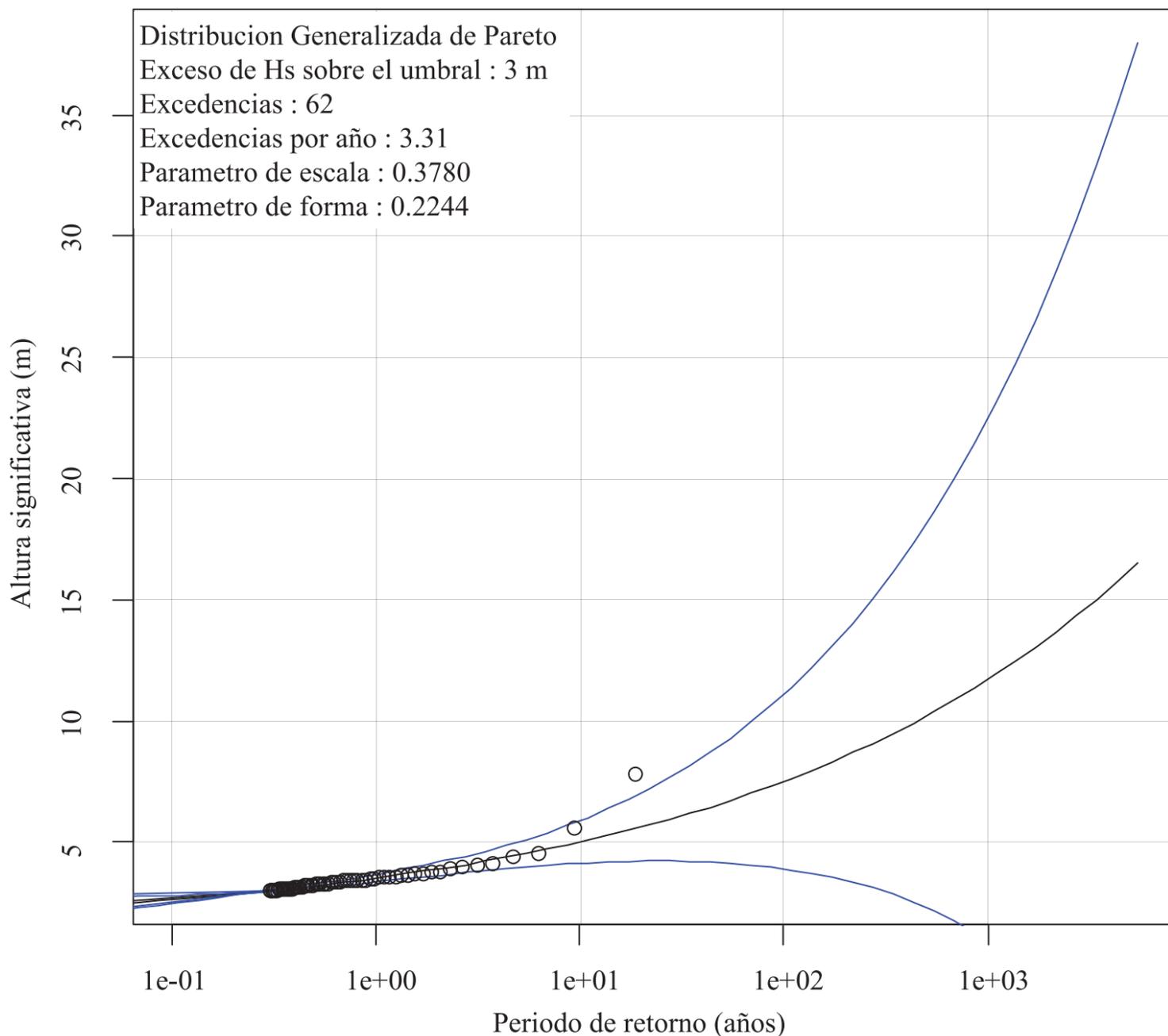


Figura 157

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto San Andrés: ϕ : $-81.83^\circ \pm 0.5^\circ$, λ : $12.50^\circ \pm 0.5^\circ$; datos “CorSSH – mono mission” del 25 de septiembre de 1992 al 6 de agosto de 2011; 685 decenas de días o 18.75 años de observación; base de datos “AVISO, Centre national d’Études Spatiales”. Parámetros de la función Distribución Generalizada de Pareto: σ o parámetro de escala 0.3780 (Std. Err. = 0.0698) y ξ o parámetro de forma = 0.2244 (Std. Err. = 0.1372). Estimación de la ola significativa de probabilidad de retorno: 1 año = 3.52 m, 10 años = 5.01 m ; 50 años = 6.62; y 100 años = 7.51 m.



BAHÍA HONDA

Figura 158

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Bahía Honda; ϕ : -72° , λ : 12.50° ; datos “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011; 34328 observaciones o 11.75 años de análisis; base de datos “NOAA, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

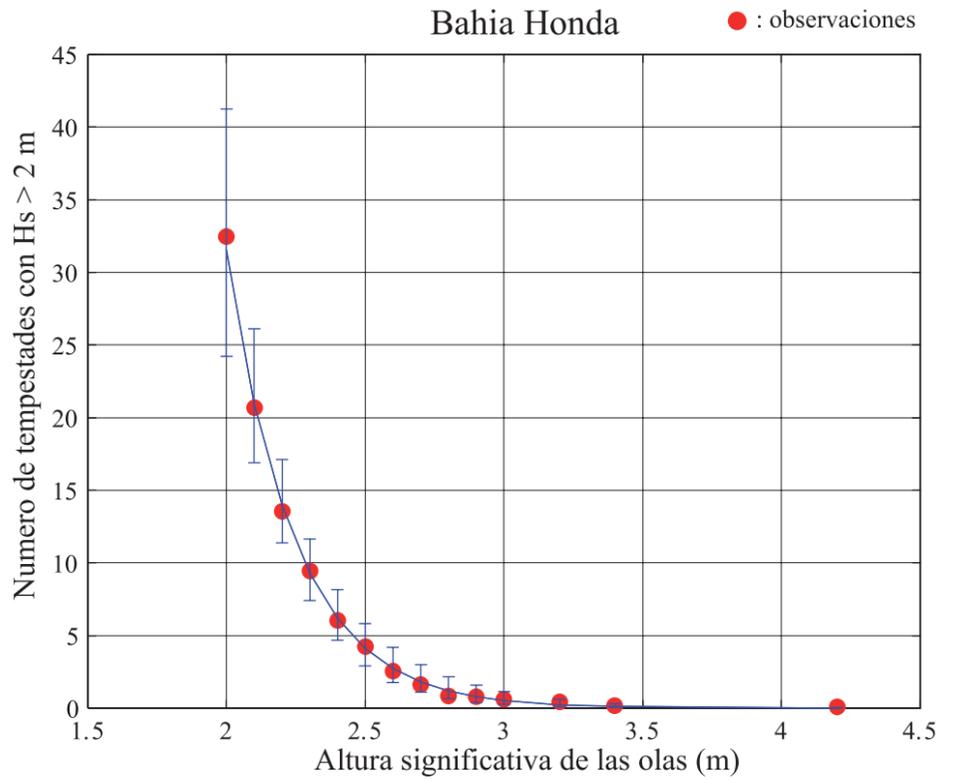
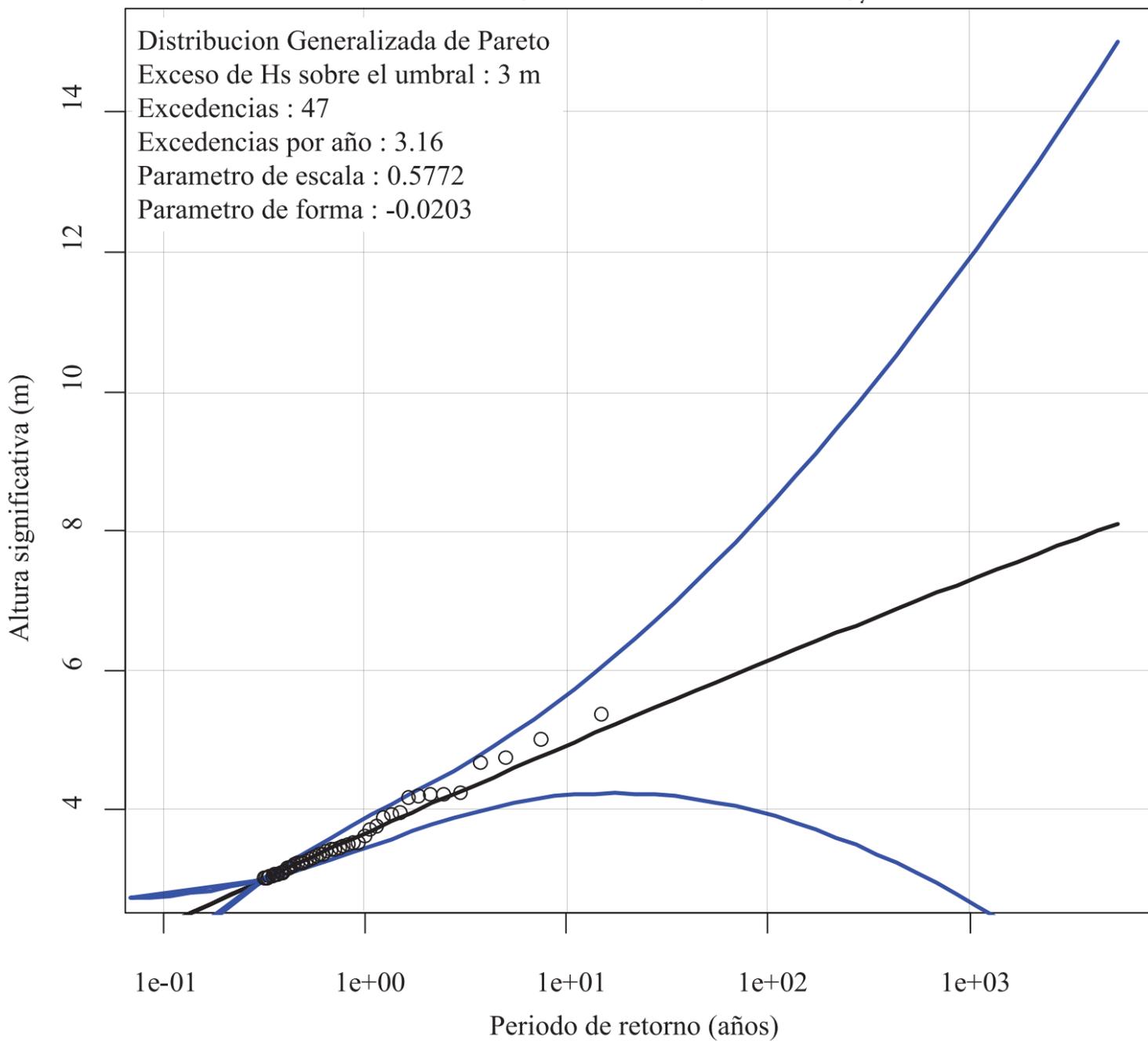


Figura 159

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Bahía Honda: ϕ : $-72^\circ \pm 0.5^\circ$, λ : $12.50^\circ \pm 0.5^\circ$; datos “CorSSH – mono mission” del 25 de septiembre de 1992 al 6 de agosto de 2011; 543 decenas de días o 14.87 años de observación; base de datos “AVISO, Centre national d’Études Spatiales”. Parámetros de la función Distribución Generalizada de Pareto: σ o parámetro de escala 0.5772 (Std. Err. = 0.1347) y ξ o parámetro de forma = 0.0203 (Std. Err. = 0.1820). Estimación de la ola significativa de probabilidad de retorno: 1 año = 3.66 m, 10 años = 4.93 m ; 50 años = 5.78; y 100 años = 6.14 m.



RIOHACHA

Figura 160

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Riohacha; $\phi: -73^\circ$, $\lambda: 12^\circ$; datos “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011; 34326 observaciones o 11.75 años de análisis; base de datos “NOAA, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

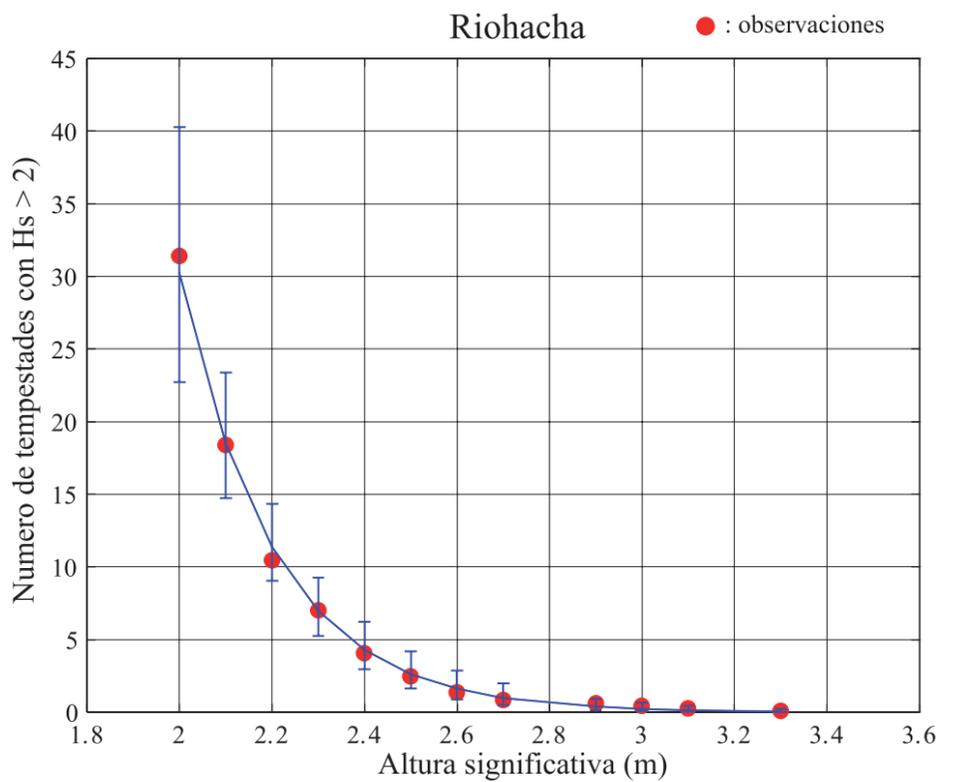
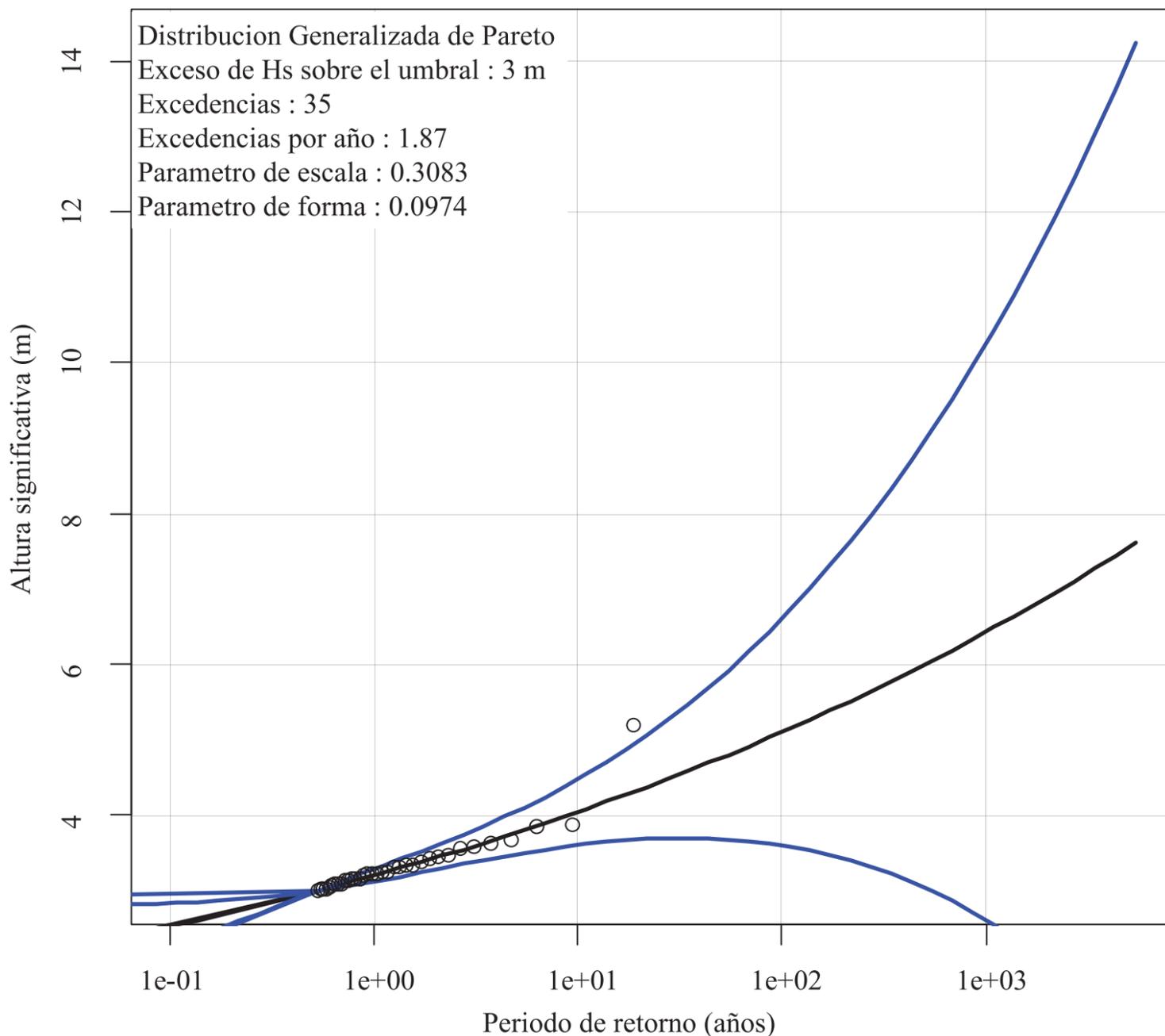


Figura 161

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Riohacha; $\phi: -73^\circ \pm 0.5^\circ$, $\lambda: 12^\circ \pm 0.5^\circ$; datos “CorSSH – mono mission” del 25 de septiembre de 1992 al 6 de agosto de 2011; 683 decenas de días o 18.70 años de observación; base de datos “AVISO, Centre national d’Études Spatiales”. Parámetros de la función Distribución Generalizada de Pareto: σ o parámetro de escala 0.3083 (Std. Err. = 0.0717) y ξ o parámetro de forma = 0.0974 (Std. Err. = 0.1607). Estimación de la ola significativa de probabilidad de retorno: 1 año = 3.20 m, 10 años = 4.04 m ; 50 años = 4.76; y 100 años = 5.10 m.



SANTA MARTA

Figura 162

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Santa Marta; ϕ : -74.50° , λ : 11.50° ; datos “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011; 34325 observaciones o 11.75 años de análisis; base de datos “NOAA, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

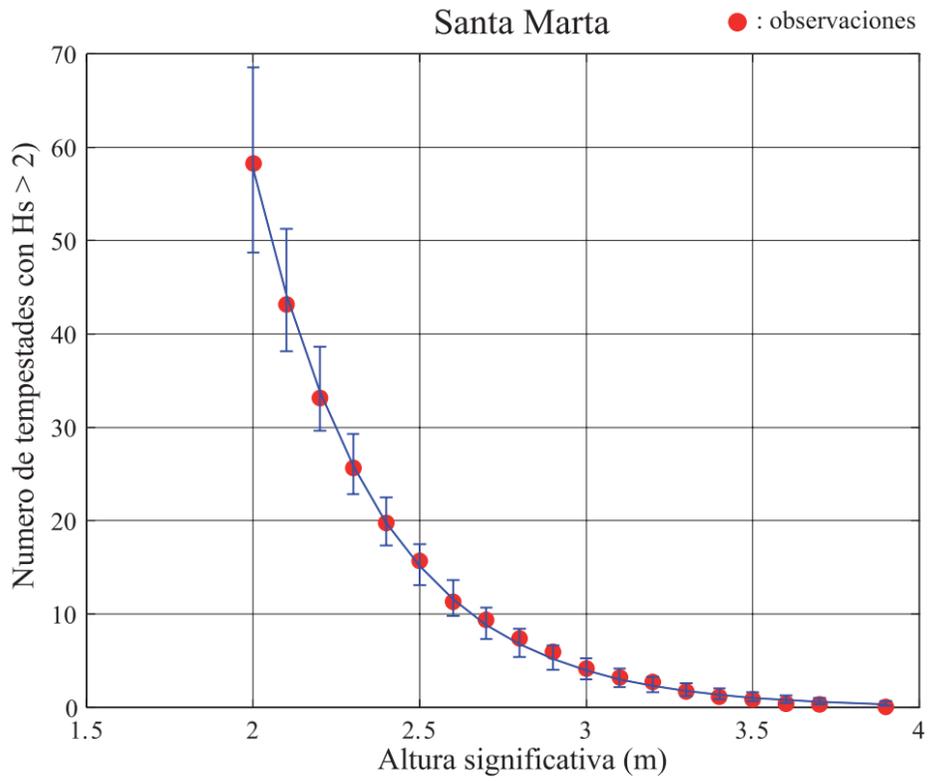
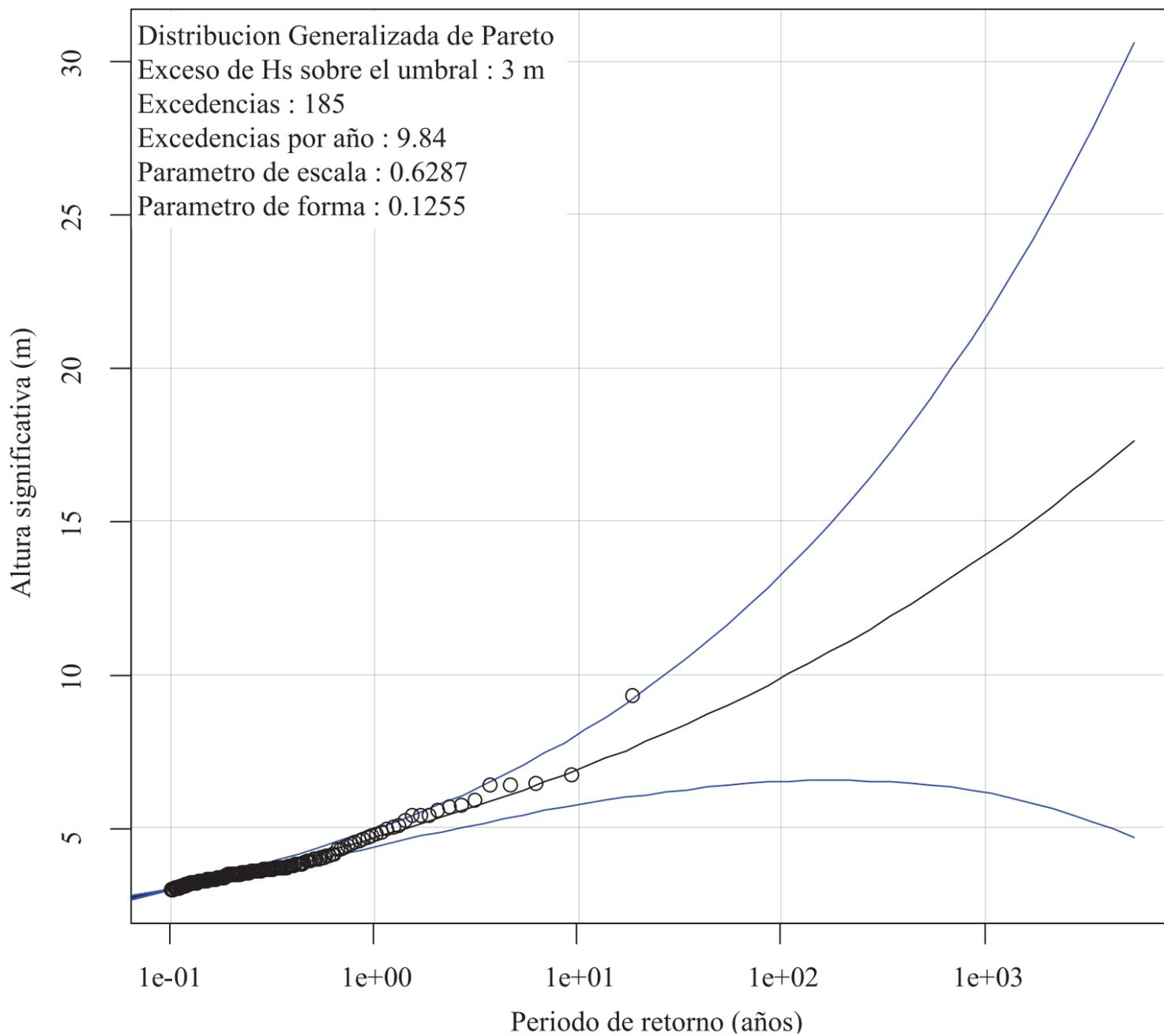


Figura 163

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Santa Marta: ϕ : $-74.50^\circ \pm 0.5^\circ$, λ : $11.50^\circ \pm 0.5^\circ$; datos “CorSSH – mono mission” del 25 de septiembre de 1992 al 6 de agosto de 2011; 687 decenas de días o 18.81 años de observación; base de datos “AVISO, Centre national d’Études Spatiales”. Parámetros de la función Distribución Generalizada de Pareto: σ o parámetro de escala 0.6286 (Std. Err. = 0.05666) y ξ o parámetro de forma = 0.1255 (Std. Err. = 0.0767). Estimación de la ola significativa de probabilidad de retorno: 1 año = 4.66 m, 10 años = 6.90 m ; 50 años = 68.90; y 100 años = 9.89 m.



PUERTO COLOMBIA

Figura 164

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Puerto Colombia; ϕ : -75° , λ : 11.50° ; datos “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011; 34324 observaciones o 11.75 años de análisis; base de datos “NOAA, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

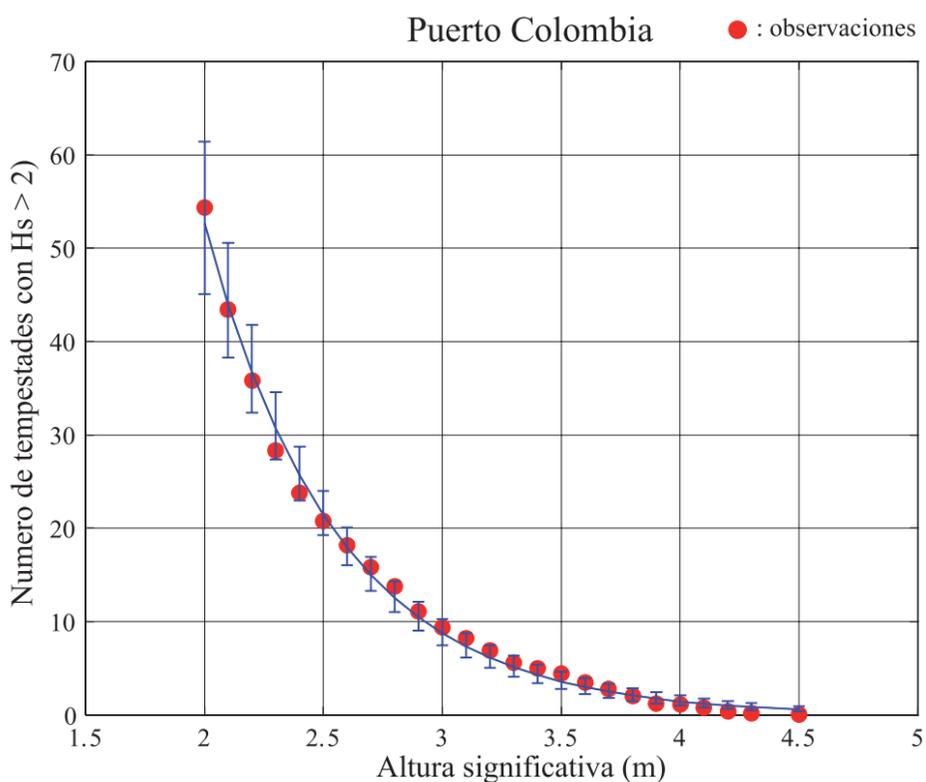
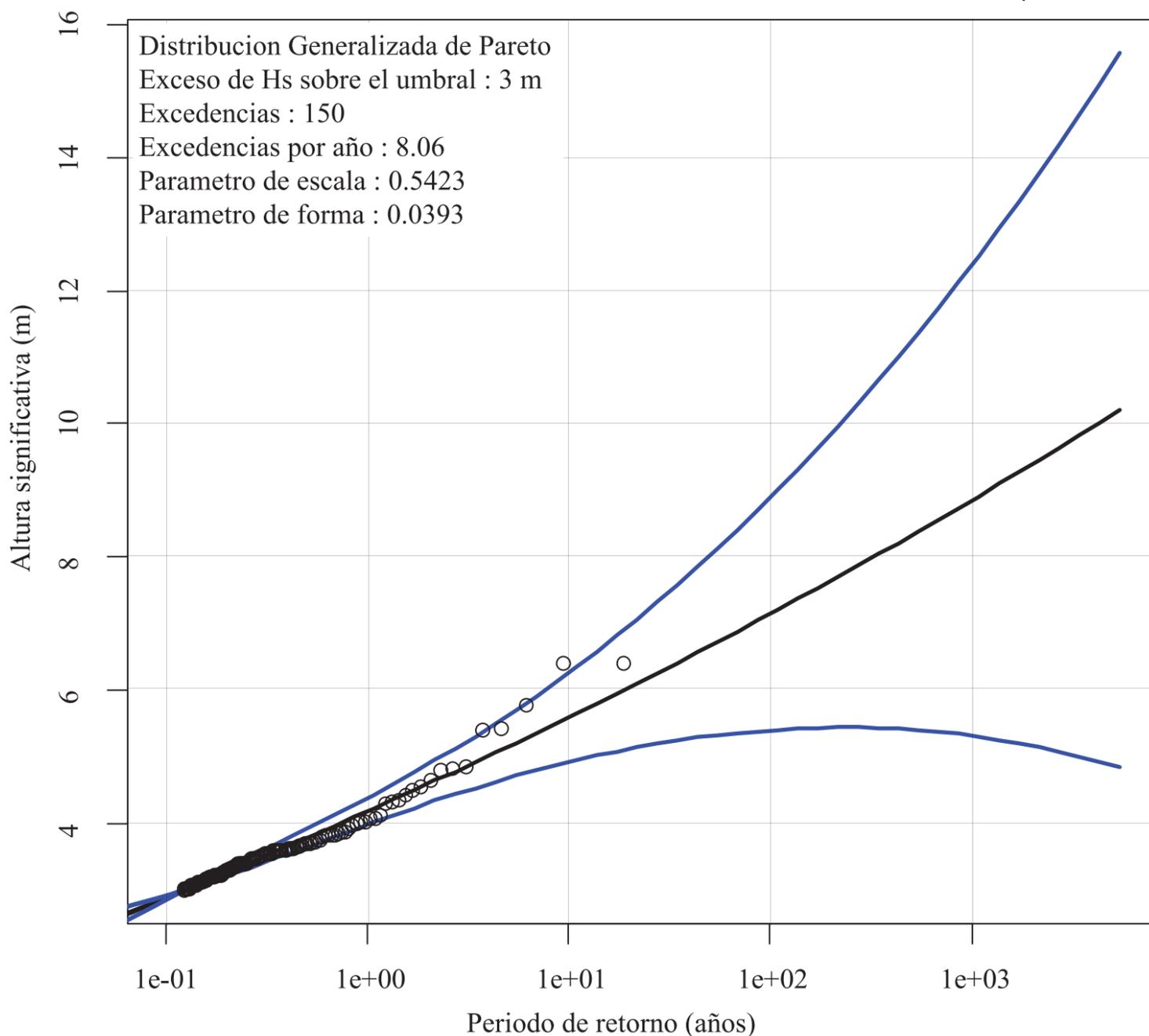


Figura 165

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Puerto Colombia: ϕ : $-75^\circ \pm 0.5^\circ$, λ : $11.50^\circ \pm 0.5^\circ$; datos “CorSSH – mono mission” del 25 de septiembre de 1992 al 6 de agosto de 2011; 680 decenas de días o 18.62 años de observación; base de datos “AVISO, Centre national d’Études Spatiales”. Parámetros de la función Distribución Generalizada de Pareto: σ o parámetro de escala 0.5423 (Std. Err. = 0.0610) et ξ o parámetro de forma = 0.0393 (Std. Err. = 0.0776). Estimación de la ola significativa de probabilidad de retorno: 1 año = 4.18 m, 10 años = 5.60 m ; 50 años = 6.67; y 100 años = 7.15 m.



CARTAGENA

Figura 166

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Cartagena; ϕ : -75.67° , λ : 10.50° ; datos “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011; 34303 observaciones o 11.74 años de análisis; base de datos “NOAA, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

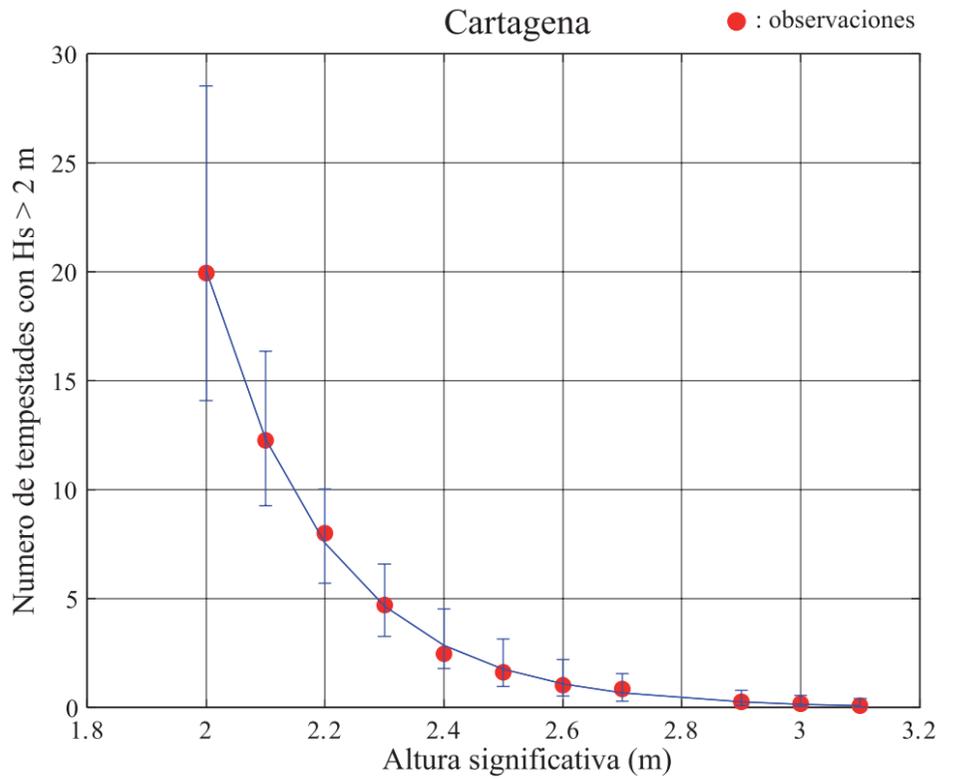
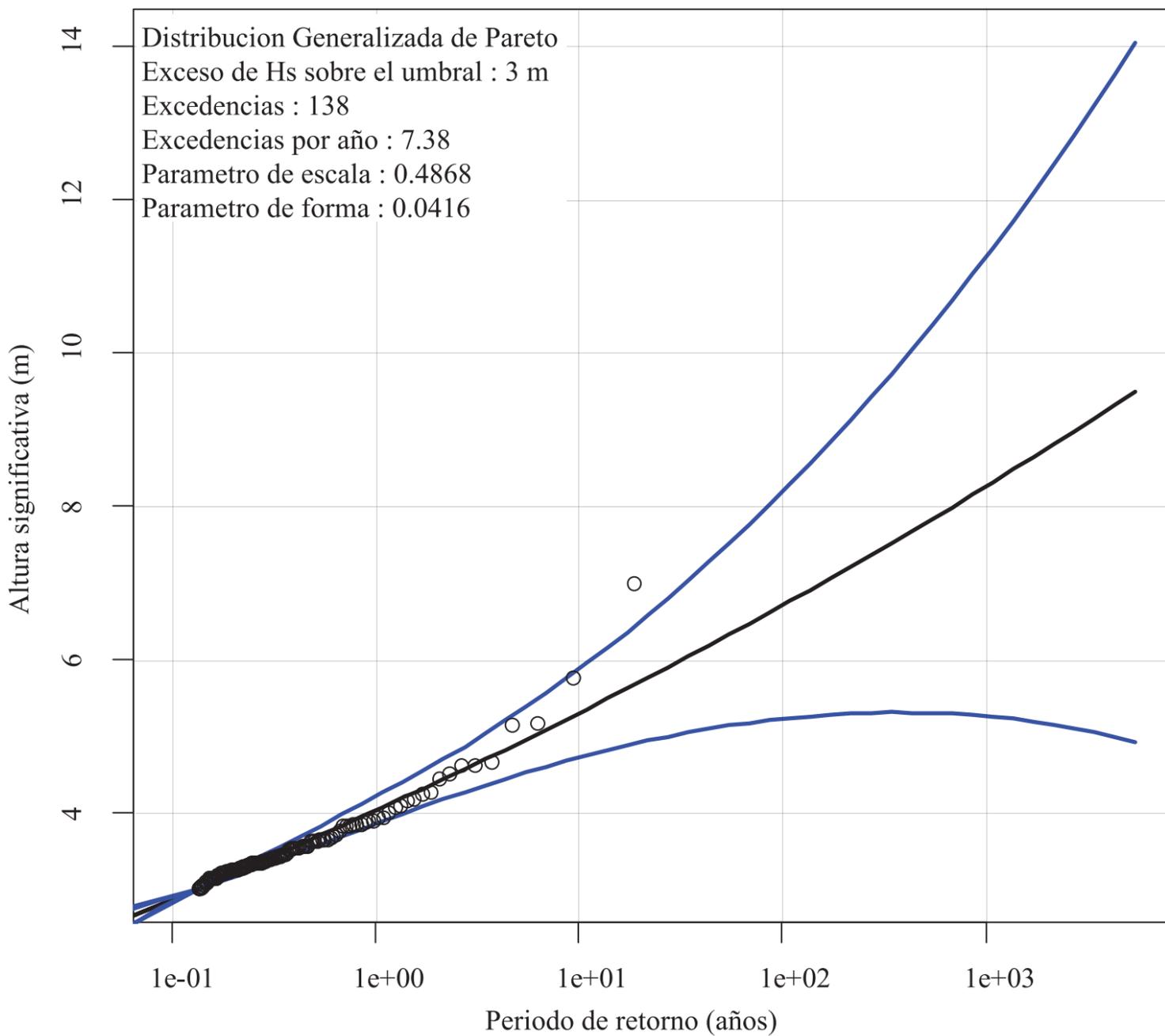


Figura 167

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Cartagena: ϕ : $-75.67^\circ \pm 0.5^\circ$, λ : $10.50^\circ \pm 0.5^\circ$; datos “CorSSH – mono mission” del 25 de septiembre de 1992 al 6 de agosto de 2011; 683 decenas de días o 18.70 años de observación; base de datos “AVISO, Centre national d’Études Spatiales”. Parámetros de la función Distribución Generalizada de Pareto: σ o parámetro de escala 0.4868 (Std. Err. = 0.0546) et ξ o parámetro de forma = 0.0416 (Std. Err. = 0.0733). Estimación de la ola significativa de probabilidad de retorno: 1 año = 4.01 m, 10 años = 5.29 m ; 50 años = 6.26; y 100 años = 6.70 m.



URABÁ

Figura 168

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Urabá; ϕ : -77° , λ : 9° ; datos “Western North Atlantic 0.25 degree model” del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y “10 minute regional Atlantic grid” del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011; 34184 observaciones o 11.70 años de análisis; base de datos “NOAA, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”.

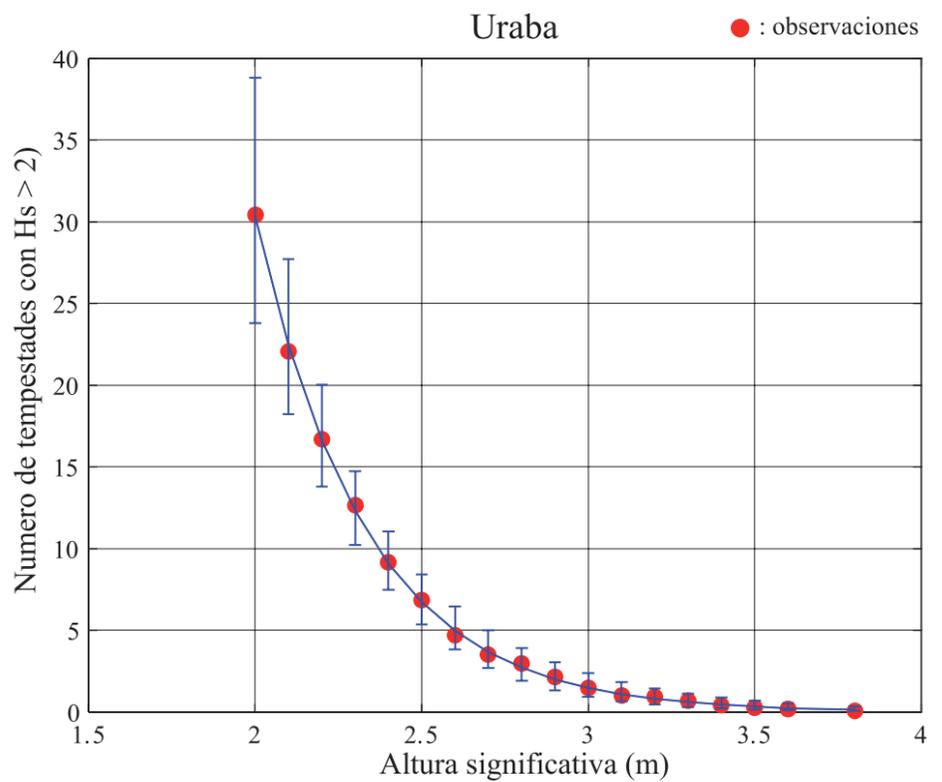
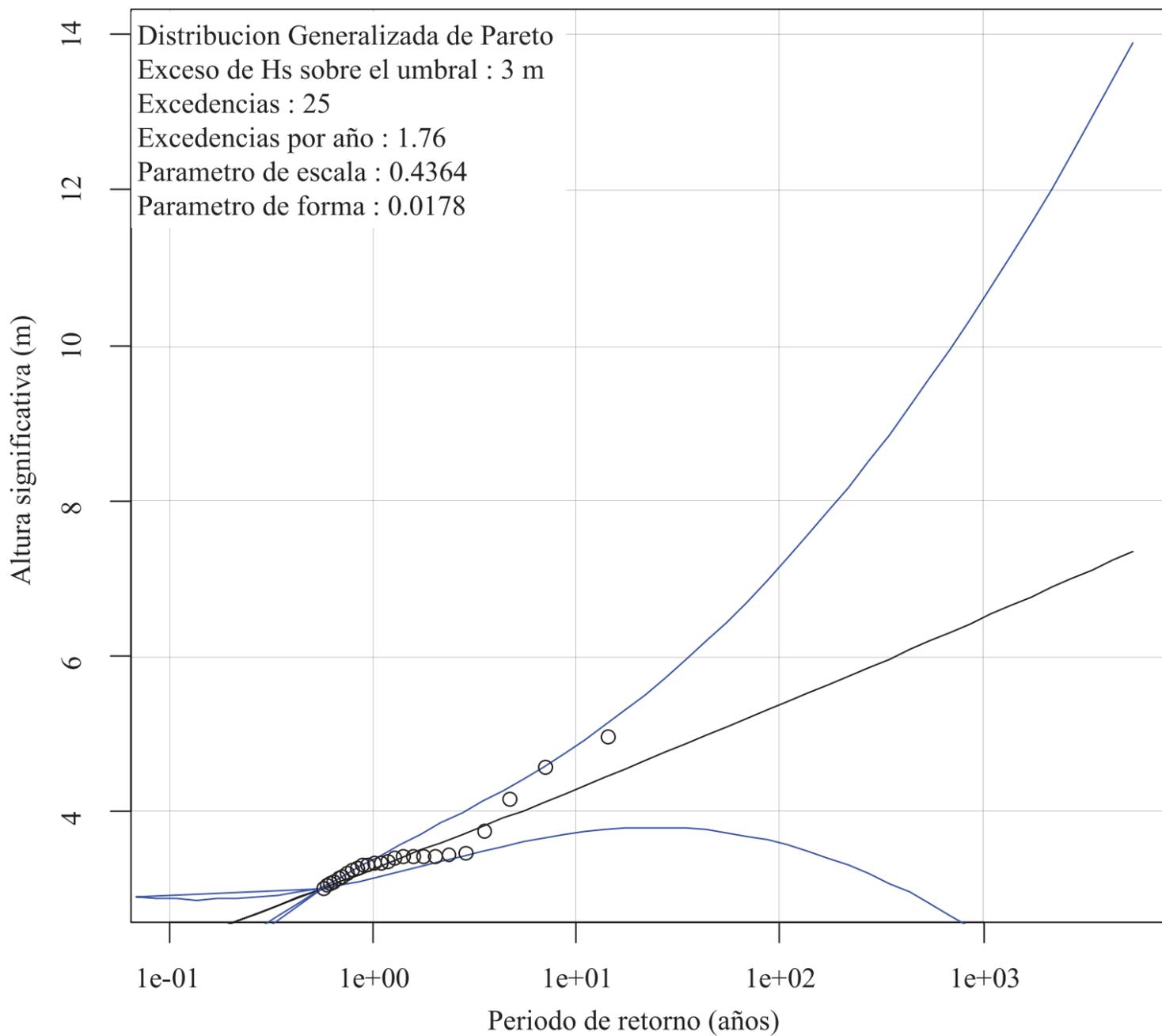


Figura 169

Curva del periodo de retorno de la altura significativa; escala en m; punto Urabá; ϕ : $-77^\circ \pm 0.5^\circ$, λ : $9^\circ \pm 0.5^\circ$; datos “CorSSH – mono mission” del 25 de septiembre de 1992 al 6 de agosto de 2011; 519 decenas de días o 14.21 años de observación; base de datos “AVISO, Centre national d’Études Spatiales”. Parámetros de la función Distribución Generalizada de Pareto: σ o parámetro de escala 0.4363 (Std. Err. = 0.01230) et ξ o parámetro de forma = 0.0178 (Std. Err. = 0.1987). Estimación de la ola significativa de probabilidad de retorno: 1 año = 3.25 m, 10 años = 4.28 m ; 50 años = 5.03; y 100 años = 5.36 m.



ANEXO 1

LOS DATOS ICOADS

PRINCIPIOS, MÉTODOS Y DATOS

BASE DE DATOS ICOADS

La *Comprehensive Ocean Atmosphere Data Set (Coads)* es el resultado de un proyecto iniciado por los Estados Unidos en 1981 con el objetivo de contar con una compilación, a escala global, de los datos de la información meteorológica de superficie, para el periodo incluido entre el siglo XVIII y el actual. A partir de 2002, se adoptó un nuevo nombre, *International Coads (Icoads)*, para destacar la contribución de las colaboraciones internacionales a este proyecto.

El proyecto Coads original, y la contribución norteamericana a la nueva base de datos internacional, Icoads, es el resultado de un proyecto conducido en cooperación entre la *National Oceanic and Atmospheric Administration (Noaa)* -específicamente sus centros de investigación *Earth System Research Laboratory (ESRL)*, *National Climatic Data Center (NCDC)* así como el *Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences (Cires)*, administrado conjuntamente con la Universidad del Colorado- y la *National Science Foundation's National Center for Atmospheric Research (NCAR)*.

Las observaciones en la base de datos Icoads corresponden a los informes efectuados por buques seleccionados, información de boyas y otros tipos de plataformas. Cada informe contiene las observaciones relativas a variables meteorológicas y oceanográficas como temperatura del aire y de la superficie del agua, velocidad y dirección del viento, presión atmosférica, humedad, cobertura y tipos de nubes, entre otros.

Actualmente, el *International Maritime Meteorological Archive (IMMA)* format, versión 2.5 de la base de datos Icoads, almacena la información relativa al periodo del 15 de octubre de 1662 hasta el 31 octubre de 2011 (41.26 GBytes).

Los datos de cada «Long Marine Report Fixed (LMRF) length format data» se almacenan en formato «binary packed integer format», que permite un almacenamiento compacto de grandes cantidades de datos. Algunos programas informáticos están disponibles para extraer los datos a partir de los principales idiomas informáticos (Fortran y C, en particular).

La revisión de las publicaciones siguientes dará mayor información sobre la base de datos Icoads: Woodruff, Worley, Lubker, Ji, Freeman, Berry, Brohan, Kent, Reynolds, Smith y Wilkinson (2011); Kent, Woodruff y Berry (2007); Woodruff, Diaz, Worley, Reynolds y Lubker (2005); Worley, Woodruff, Reynolds, Lubker y Lott (2005); Woodruff, Diaz, Elms y Worley (1998).

EXTRACCIÓN DE LOS DATOS

De la base de datos del Coads se extrajeron las variables siguientes para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 1963 y el 31 de diciembre de 2008, lo que representa un periodo de 48 años.

- Presión atmosférica reducida al nivel del mar (p) expresada en hectopascales (hPa)
- Velocidad media del viento (w) expresada en metros por segundo ($m.s^{-1}$)
- Dirección media del viento (θ) expresada en grados ($^{\circ}$)
- Altura (h_w) del mar de viento expresada en metros (m)
- Periodo (t_w) del mar de viento expresada en segundos (s)
- Dirección (θ_w) del mar de viento expresada en grados ($^{\circ}$)
- Altura (h_s) del mar de fondo expresada en metros (m)
- Periodo (t_s) del mar de fondo expresada en segundos (s)
- Dirección (θ_s) del mar de fondo expresada en grados ($^{\circ}$)
- Temperatura de superficie (T) del mar expresada en grados Celsius ($^{\circ}C$)

A continuación se presenta la contabilidad de los registros revisados y los seleccionados para cada uno de los meses del año, por dicho periodos (Tabla 1 y Figura 1).

Los mapas 1, 2 y 3 muestran la distribución espacial de los datos revisados.

Tabla 1. Número de datos Icoads revisados.

Mes	Observaciones revisadas	Observaciones elegidas		
		Presión atmosférica	Viento y olas	Temperatura
Enero	165736	136658	58394	146673
Febrero	158486	131679	54630	138166
Marzo	175153	145949	60200	152787
Abril	171354	135190	57005	150128
Mayo	174856	136147	60576	154796
Junio	162608	133397	64995	144414
Julio	162762	136121	70474	144189
Agosto	173791	144825	68454	149575
Septiembre	173082	144790	60567	145136
Octubre	171476	144495	58836	148586
Noviembre	172156	140555	60230	150946
Diciembre	165598	132685	58079	145699
Total	2027058	1662491	732440	1771095

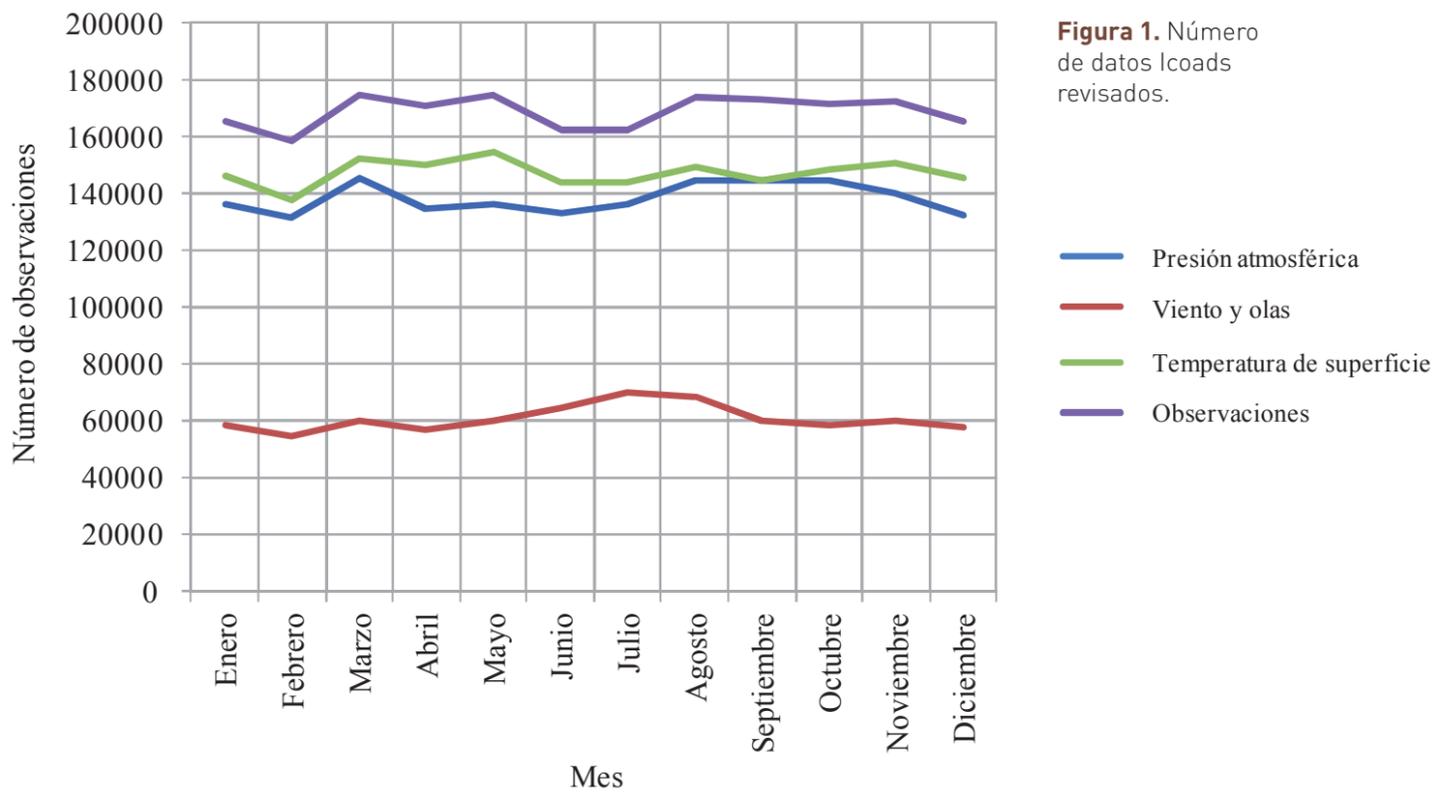


Figura 1. Número de datos Icoads revisados.

TRATAMIENTO DE LOS DATOS DE OLAJE

El tratamiento elegido se inspira en el propuesto por Gulev y Hasse (1998), Gulev y Hasse (1999) o Gulev, Grigorieva, Sterl y Woolf (2003).

Se calcularon los vectores «viento zonal» (v_x) y «viento meridiano» v_y :

$$v_x = w \cdot \sin \theta$$

$$v_y = w \cdot \cos \theta$$

Los valores que faltan de la dirección del mar de viento (θ_w) se asimilaron con los de la dirección del viento (θ).

Las alturas de las olas más débiles (código «01», es decir, inferiores o iguales a 0,5 m) se corrigieron a partir de la velocidad del viento:

$$h_s = 0.5 - \exp(-0.658 \cdot w)$$

La altura de las olas significativas ($H_{1/3}$ o H_s) se ha calculado teniendo en cuenta la diferencia de dirección ($\Delta\theta$) entre la dirección del mar de viento (θ_w) y la dirección del mar de fondo (θ_s):

Si $\Delta\theta \leq 30^\circ$ por lo tanto:

$$H_{1/3} = (h_w^2 + h_s^2)^{0.5};$$

Si $\Delta\theta > 30^\circ$ por lo tanto:

$$H_{1/3} = \max[h_w, h_s].$$

Se corrigió el periodo de las olas tanto del mar de viento como del mar de fondo que, generalmente, se subvaloran:

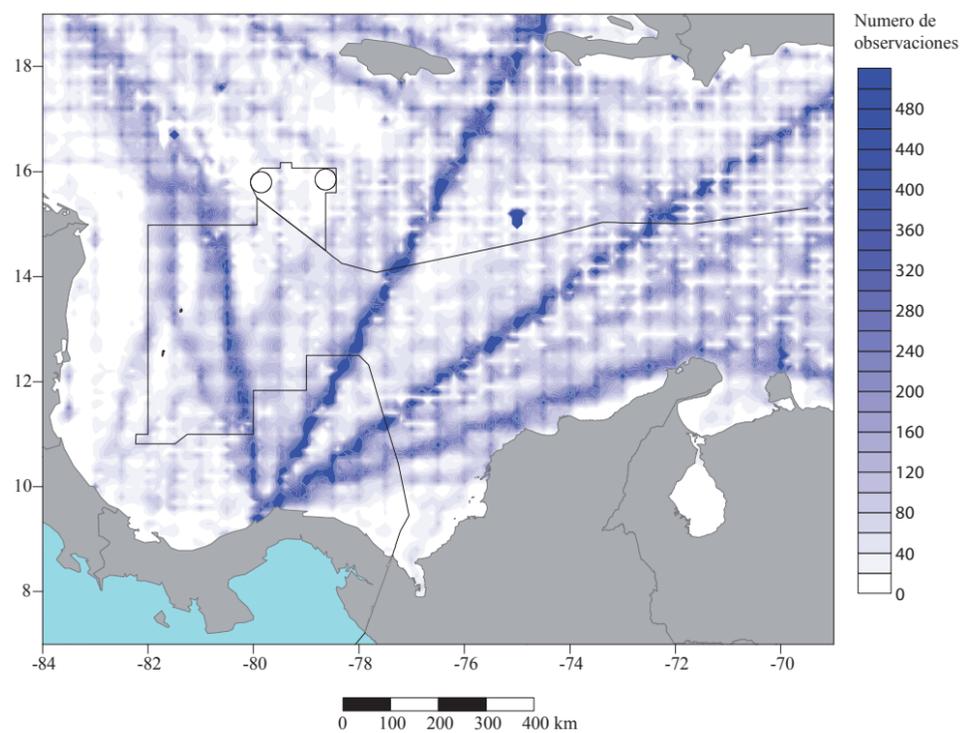
$$P_w^c = A_w \cdot \ln(p_w + B_w) + C_w \cdot \ln(h_w);$$

$$P_s^c = A_s \cdot \ln(p_s + B_s) + C_s \cdot \ln(h_s);$$

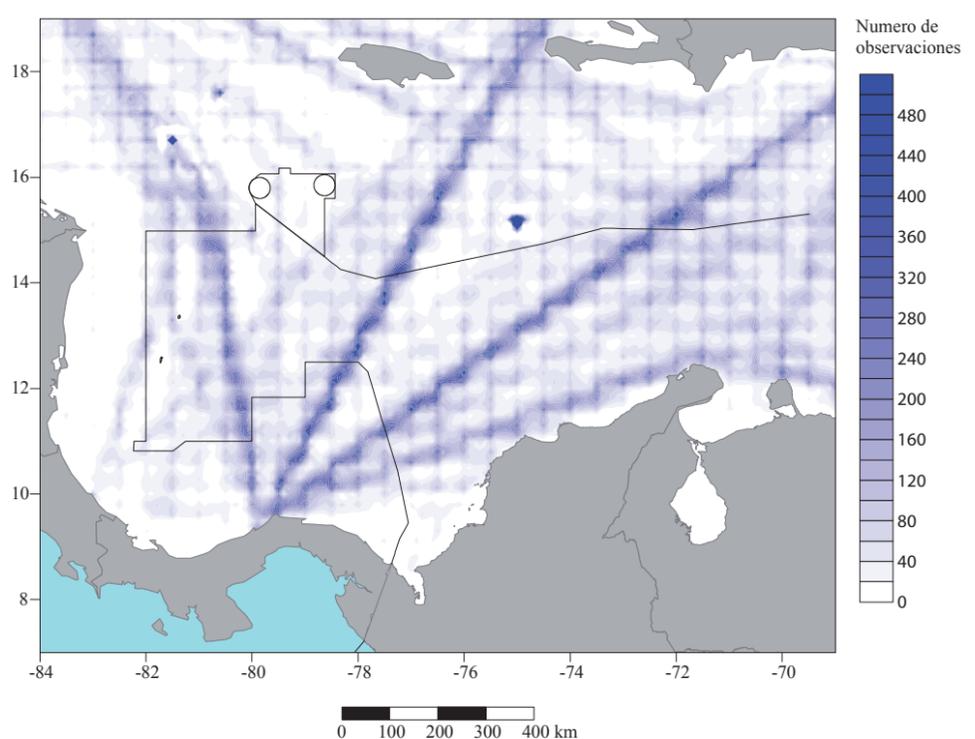
con:

Tabla 2. Corrección del periodo de las olas tanto del mar de viento como del mar de fondo.

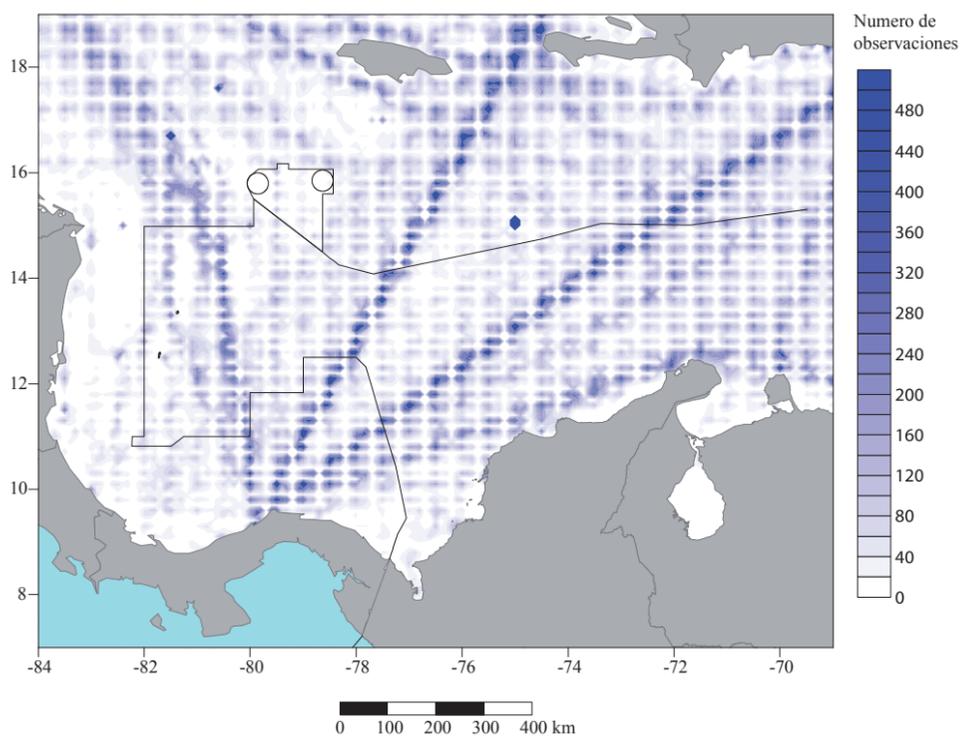
Caso	A_w	B_w	C_w	A_s	B_s	C_s
$\Delta\theta < 45^\circ$						
$h_w > h_s$	3.421	1.976	0.574	4.658	0.624	-0.822
$h_w < h_s$			0.498			-0.893
$\Delta\theta > 45^\circ$						
$h_w > h_s$	2.641	1.569	0.516	3.186	1.154	-0.933
$h_w < h_s$			0.429			-0.989



Mapa 1. Mapa de los datos de presión atmosférica elegidos para este análisis.



Mapa 2. Mapa de los datos de vientos y olas elegidos para este análisis.



Mapa 3. Mapa de los datos de temperatura de superficie del océano elegidos para este análisis.

CARTOGRAFÍA DE LOS DATOS

Área de trabajo:

El espacio de la cuenca del Caribe colombiano se segmentó de la manera siguiente: 84° W hasta 69° W, $\Delta=1.0^\circ$, N=15 puntos, 7° N hasta 19° N, $\Delta=1.0^\circ$, M=12 puntos.

Tratamiento estadístico de los datos:

Cálculo del valor promedio del parámetro elegido (z_i) para cada cuadro; los cuadros sin datos toman el valor «999.00»

Los cuadros eventualmente incoherentes toman igualmente el valor «999.00».

Metodología de interpolación:

Krigeage de la tabla $\{x_i, y_i, z_i\}$ para el área Colombia: -84° a -69°, $\Delta=0.1^\circ$, N= 301 puntos, 7° a 19°, $\Delta=0.1^\circ$, M=121 puntos. El empleo de $\Delta=0.1^\circ$ permite obtener contornos «suavizados».

BIBLIOGRAFÍA

- Gulev, S. K. & Hasse, L. 1998. North Atlantic Wind Waves and Wind Stress Fields from Voluntary Observing Ship Data. *Journal of Physical Oceanography*, Vol. 28, pp. 1107-1130.
- Gulev, S. K. & Hasse, L. 1999. Changes of Wind Waves in the North Atlantic over the last 30 Years. *International Journal of Climatology*, Vol. 19, pp. 1091-1117.
- Gulev, S. K., Grigorieva, V., Sterl, A., & Woolf, D. 2003. Assessment of the reliability of wave observations from voluntary observing ships: Insights from the validation of a global wind wave climatology based on voluntary observing ship data. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 118, pp. 3236-3256.
- Kent, E.C., S.D. Woodruff and D.I. Berry, 2007. WMO Publication No. 47 metadata and an assessment of observation heights in Icoads. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 24(2), 214-234.
- Woodruff, S.D., H.F. Diaz, J.D. Elms, and S.J. Worley, 1998. Coads Release 2 Data and Metadata Enhancements for Improvements of Marine Surface Flux Fields. *Phys. Chem. Earth*, 23, 517-527. (Available on-line at: http://icoads.noaa.gov/egs_paper.html)
- Woodruff, S.D., S.J. Worley, S.J. Lubker, Z. Ji, J.E. Freeman, D.I. Berry, P. Brohan, E.C. Kent, R.W. Reynolds, S.R. Smith, C. Wilkinson, 2011. Icoads Release 2.5: extensions and enhancements to the surface marine meteorological archive. *International Journal of Climatology*, 31(7), 951-967.
- Woodruff, S.D., H.F. Diaz, S.J. Worley, R.W. Reynolds, and S.J. Lubker, 2005. Early ship observational data and Icoads. *Climatic Change*, 73, 169-194.
- Worley, S.J., S.D. Woodruff, R.W. Reynolds, S.J. Lubker, and N. Lott, 2005. ICOADS Release 2.1 data and products

ANEXO 2

LOS DATOS DE ALTIMETRÍA RADAR

PRINCIPIOS, MÉTODOS Y DATOS

LOS SATÉLITES Y RADIÓMETROS

El satélite **ERS-1** se lanzó el 17 de julio de 1991 y el satélite **ERS-2** el 21 de abril de 1995. Ambos tenían la misión de observar la Tierra, en particular la atmósfera y los océanos utilizando técnicas radares. Operaron, respectivamente, hasta el 31 de marzo de 2000 y el 6 de julio de 2011. ERS-1 volaba a la altitud de 785 km con una inclinación de 98,52° y una repetitividad de tres días para la observación de los casquetes polares (del 28/12/1991 al 30/03/1992 luego del 24/12/1993 al 10/04/1994), 35 días para las aplicaciones multidisciplinarias durante la mayoría del tiempo y 168 días para las aplicaciones geodésicas (del 10/04/1994 al 28/09/1994 luego del 28/09/1994 al 21/03/1995). ERS-2 volaba a una altura de 785 km con una inclinación de 98,52° y una repetitividad de 35 días. Entre otros instrumentos portaban el llamado RA (por sus siglas en inglés *Radar Altimeter*) que es un radar altimétrico funcionando en banda Ku (13.8 GHz) para medir el tiempo ida y vuelta de las señales emitidas, luego reflejadas (los ecos) por la superficie del océano o los hielos.

El satélite **Topex/Poseidon**, resultante de una asociación entre la Nasa, la agencia espacial americana, y el CNES, la agencia espacial francesa, se lanzó el 10 de agosto de 1992 con la misión de observar y entender la circulación oceánica. Operó hasta el 5 de enero de 2006. Volaba a una altura de 1.336 km, con una inclinación de 66° y una repetitividad de 9.9156 días. Entre otros instrumentos portaba:

- El instrumento llamado NRA (por sus siglas en inglés *Nasa Radar Altimeter* llamado *Topex*) es un radar altimétrico que funciona simultáneamente a las frecuencias de 13.6 GHz (banda Ku) y de 5.3 GHz (banda C) para medir la distancia altimétrica, la altura de olas, el módulo de la velocidad del viento, el coeficiente de retrodifusión, y operar la corrección ionosférica.
- El instrumento llamado SSALT (por sus siglas en inglés *Solid State Radar Altimeter* llamado *Poseidon-1*) es un radar altimétrico que funciona a la frecuencia de 13.65 GHz (banda Ku) para medir la distancia altimétrica, la altura de olas, el módulo de la velocidad del viento y el coeficiente de retrodifusión.

El satélite GFO (**Geosat Follow-On**), sucesor de Geosat, se lanzó el 10 de febrero de 1998 y funcionó hasta el 11 de noviembre de 2008. El satélite de la marina norteamericana (US Navy), al igual que su antecesor, proporcionó datos que se ponen a disposición de la comunidad científica mediante la Noaa. Su misión es proveer datos instantáneamente de la topografía de los océanos. Vuela a la altitud de 800 km, con una

inclinación de 108° y una repetitividad de 17 días. Su instrumento principal es un altímetro radar, el RA, que funciona a la frecuencia de 13.5 GHz (banda Ku) para medir la distancia altimétrica.

El satélite **Jason-1** se lanzó el 7 de diciembre de 2001 y el satélite **Jason-2** el 20 de junio de 2008. También se lanzaron en el marco de una cooperación entre el CNES y la Nasa, como sucesor de Topex-Poseidon, con la misión de observar la Tierra, en particular la atmósfera y los océanos utilizando técnicas radares. Están en operación y vuelan a una altura de 1.336 km, con una inclinación de 66° y una repetitividad de 9.9156 días. Portan como instrumento principal el radiómetro llamado *Poseidon-2*, un radar altimétrico funcionando simultáneamente a las frecuencias de 13.575 GHz (banda Ku) y de 5.3 GHz (banda C) para medir la distancia altimétrica, la altura de olas, el módulo de la velocidad del viento, el coeficiente de retrodifusión y operar la corrección ionosférica. El inicio de cada ciclo de Jason-1 y Jason-2 actualmente tienen un desfase de cinco días.

El satélite **Envisat** se lanzó el 1 de marzo de 2002 y está aún funcionando. Es el sucesor de los satélites ERS-1 y ERS-2 de la Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés *European Space Agency*). Integrado a los nuevos programas internacionales de estudio del clima, Envisat anuncia la entrada de la oceanografía espacial en la era operativa, con el acceso a los datos en tiempo casi real. Su misión es proporcionar datos instantáneamente de la topografía de los océanos. Vuela a una altura entre 782,4 y 799,8 km, con una inclinación de 98,55° y una repetitividad de 35 días hasta el 2 de noviembre de 2011; ahora tiene una repetitividad de 30 días. Su instrumento principal es un altímetro radar, el RA-2 que funciona en las frecuencias de 13.575 GHz (banda Ku) y de 3.2 GHz (banda S) para medir la distancia altimétrica y determinar el contenido en electrones de la ionosfera. La banda S del altímetro RA2 está fuera de servicio desde el 18 de enero de 2008.

La Tabla 1 resume las características principales de los altímetros utilizados para este estudio.

Los altímetros radares utilizan varias frecuencias diferentes; la elección de una de ellas depende de la reglamentación, de los objetivos de la misión y los límites técnicos. Cada banda de frecuencia presenta sus ventajas y sus inconvenientes (Aviso, 2011).

La **banda Ku** es la más utilizada (ERS-1/2, *Topex-Poseidon*, *Jason-1/2*, *Envisat*), representa la mejor opción en cuanto a capacidades técnicas (función de la potencia emitida), banda de transmisión disponible (dependiente de los reglamentos internacionales), sensibilidad a las perturbaciones atmosféricas y al contenido en electrones en la ionosfera.

Tabla 1. Características principales de los altímetros radares utilizados para este estudio.

Satélite	ERS-1	ERS-2	Topex Poseidon	Geosat Follow-On	Jason-1	Jason-2	Envisat
Lanzamiento	21/04/1995	21/04/1995	10/08/1992	10/02/1998	07/12/2001	07/12/2001	01/03/2002
Fin de vida	31/03/2000	06/07/2011	18/01/2006	26/11/2008	En operación	En operación	En operación
Altura (km)	785	785	1336	800	1336	1336	782.4-799.8
Inclinación (°)	98.52	98.52	66	108	66	66	98.55
Repetitividad (días)	3/35/168	35	9.9156	17	9.9156	9.9156	35/30
Agencia	ESA	ESA	Nasa CNES	US Navy Noaa	Nasa CNES	Nasa CNES	ESA
Instrumento	<i>Radar Altimeter</i>	<i>Radar Altimeter</i>	<i>Topex Poseidon-1</i>	<i>Radar Altimeter</i>	<i>Poséidon 2</i>	<i>Poséidon 2</i>	<i>Radar altimeter 2</i>
Banda	K _u -band	K _u -band	K _u band C _u band K _u band	K _u band	K _u band C _u band	K _u band C _u band	K _u -Band S-Band
Frecuencia (GHz)	13.8	13.8	13.6 5.3 13.65 GHz	13.5	13.575 5.3 GHz	13.575 5.3GHz	13.575 3.2GHz

La **banda C** es más sensible que la banda Ku a las perturbaciones ionosféricas, pero menos sensible al contenido en agua líquida de la atmósfera. En combinación con la banda Ku, permite la corrección del retraso debido a las perturbaciones atmosféricas en el tiempo del itinerario de la onda radar. Es la combinación encontrada sobre Topex/Poseidon, Jason-1/2.

La **banda S** se utiliza también en combinación con la banda Ku por las mismas razones que la banda C; es la combinación encontrada sobre Envisat.

LA ALTURA SIGNIFICATIVA DE LAS OLAS

El radar altimétrico envía impulsos muy breves de energía microondas que son reflejados por la superficie del océano. La duración del trayecto ida y vuelta de los impulsos permite calcular la distancia entre el satélite y la superficie del mar, la cual es corregida por varios instrumentos también embarcados en el satélite.

La altura de las olas se deduce de la forma de reflexión de la onda radar reflejada desde la superficie del mar y se mide según la cuesta del lado de subida de la forma de onda del eco. La onda reflejada es recogida por el radar altimétrico que la había emitido, pero su intensidad y las variaciones en el tiempo son diferentes según el estado del mar.

Cuando el mar es perfectamente plano, se observa un aumento muy brusco de la amplitud de la onda reflejada que corresponde al momento en que la onda radar tocó el agua. En presencia de olas, se nota un aumento más progresivo de la amplitud de la onda reflejada: la onda toca en primer lugar la cresta de una ola, luego las de algunas otras, y así sucesivamente. Esto permite deducir la altura de las olas, ya que la pendiente de la curva, que representa la amplitud de la onda reflejada en función del tiempo, es proporcional a esta altura (Fu et Cazenave, 2001).

LOS DATOS

Aviso (*Archivage, Validation et Interprétation des données des Satellites Océanographiques*) (<http://www.aviso.oceanobs.com>) distribuye datos altimétricos desde 1992. Desde esta fecha, los productos distribuidos han evolucionado con la diversificación de los usuarios y con la oceanografía. El producto utilizado para análisis en este atlas es la altura del mar a lo largo de la trayectoria de los satélites Topex-Poseidon, Yero-2, Geosat-2, Jason-1 y Envisat con relación al elipsoide de referencia, corregida de los efectos geofísicos. Los datos de la base Aviso “Delayed Time Corrected Sea Surface Heights” o también “DTCorSSH” se caracterizan por la aplicación de correcciones homogéneas a todo lo largo del periodo de disponibilidad, especificidad que favorece su empleo para estudios de series de larga duración; en el caso que nos concierne, hasta veinte años.

Cada fichero de la base de datos corresponde al ciclo completo de un satélite (alrededor de 10 días para Jason-1 y Topex-Poseidon, 17 días para Geosat-2, 35 días para Yero-2 y Envisat) y se corrigen de las perturbaciones instrumentales, medioambientales (efectos troposféricos e ionosféricos) y geofísicas (marea oceánica, marea terrestre y marea polar) (Aviso, 2005).

Los datos de altura significativa de las olas (Hs) se extrajeron por medio de utilidades escritas en lenguaje Matlab® que utilizan la librería “snctools” (Evans, 2009). La Tabla 2 proporciona la lista de las observaciones tratadas en el marco de esta publicación, lo que representa más de 6,2 millones de medidas satelitarias de la altura de las olas para la zona seleccionada (-90° W hasta -60°W y 8° N hasta 25° N).

La Figura 1 presenta la distribución espacial de las observaciones entre septiembre de 1992 y agosto de 2011.

La Figura 2 presenta la evolución mensual del número de observación entre septiembre de 1992 y agosto de 2011.

Tabla 2. Lista de las observaciones analizadas

Satélite	Ciclos	Días julianos	Estado	A	M	D	h	m	s	Número de datos
ERS-1	15	2448919.64848	Principio	1992	10	24	3	33	49	1
	53	2450237.19108	Final	1996	6	2	16	35	9	589922
ERS-2	1	2449853.64851	Principio	1995	5	16	3	33	51	1
	154	2455243.25000	Final	2010	2	15	16	36	0	1095298
Topex Posidon	1	2448891.17069	Principio	1992	9	25	16	5	48	1
	481	2453652.12374	Final	2005	10	8	14	58	11	2003226
Geosat-2	37	2451553.02229	Principio	2000	1	9	12	32	6	1
	219	2454671.25546	Final	2008	7	23	18	7	52	1241562
Jason-1	1	2452290.20638	Principio	2002	1	15	16	57	11	1
	352	2455775.04641	En curso	2011	8	1	13	6	50	1802831
Jason-2	1	2454660.00000	Principio	2008	7	12	13	6	23	1
	113	2455780.00088	En curso	2011	8	6	12	1	16	609421
Envisat	9	2452542.62010	Principio	2002	9	25	2	52	57	1
	104	2455767.17354	En curso	2011	7	24	16	9	54	1354889

TRATAMIENTO DE LOS DATOS

CORRECCIÓN DE LA ALTURA SIGNIFICATIVA DE LAS OLAS

Se desarrollaron algunos factores de corrección que deben aplicarse a los datos de altimetría, propuestos por distintos investigadores para convertir las alturas obtenidas por satélite en datos similares a los de las boyas (Queffeuou, 2003;

Queffeuou y Al 2004; Ablainet Mertz, 2005). En este estudio las correcciones de altura utilizadas son las propuestas por Queffeuou y Bentamy (2007).

Los factores de corrección aplicados se presentan a continuación, con la altura significativa de las olas derivada de las medidas satelitarias, la altura significativa de las olas corregida y se completan con el número de ciclos de una misión satelitaria dada.

- El radiómetro Topex «Side A» se ha utilizado hasta el ciclo 235. Para los ciclos < 98 :

$$H_s^c = 1.0539 * H_s - 0.0766$$

Para los ciclos ≥ 98 , una corrección debida a laderita del radiómetro debe también integrarse:

$$H_s^c = (1.0539 * H_s - 0.0766) + F_{98} - F_{cycle}$$

$$F_x = \sum (a_i * x^i) \text{ con } a_0 = 0.0864; a_1 = -6.0426E-4;$$

$$a_2 = -7.7894E-6; a_3 = 6.9624E-8.$$

- El radiómetro Topex «Side B» se ha utilizado a partir del ciclo 236 :

$$H_s^c = 1.0237 * H_s - 0.0476$$

- Jason-1:

$$H_s^c = 1.0587 * H_s - 0.0571$$

- ERS-2:

$$H_s^c = 1.0612 * H_s - 0.0006$$

- Geosat-2 :

$$H_s^c = 1.0625 * H_s - 0.0754$$

- Envisat:

$$H_s^c = 1.0526 * H_s - 0.1991$$

LAS OLAS DE ESCASA FRECUENCIA

La distribución de las olas extremas es generalmente descrita por una ley de Reyleigh (Bonnefille, 1980) o por una ley de Gumbell (Boccotti, 2000). El Wafo Group (2000) propone también la utilización de la función generalizada de los valores extremos (GEV) o una ley de Pareto con umbral (Coles, 2001). Para esta publicación se optó por determinar los periodos de retorno de las olas con base en la altura significativa de la ola de frecuencia de un periodo de diez días de amplitud máxima, para nueve sitios de estudio, definidos en longitud (ϕ) y latitud (λ) y caracterizados por un área de $\lambda \pm 0.5^\circ$ y $\phi \pm 0.5^\circ$. La Tabla 3 presenta cada una de los sitios, su localización, el número de decenas de observaciones y el número correspondiente de años.

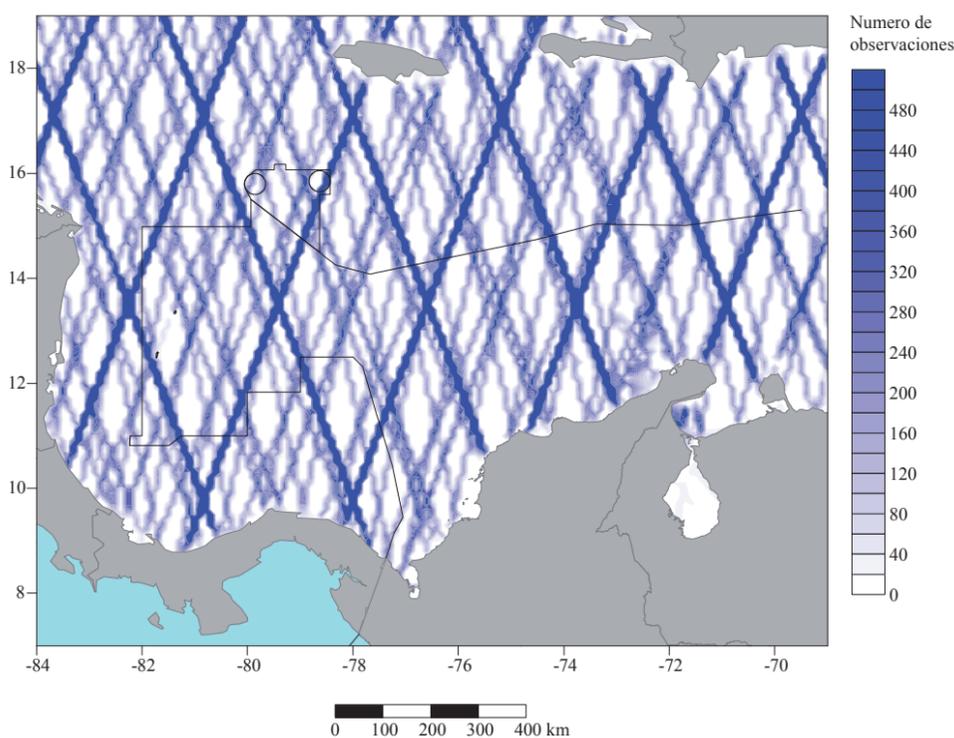


Figura 1. Distribución espacial de las observaciones entre septiembre de 1992 y agosto de 2011



Figura 2. Evolución mensual del número de observación entre septiembre de 1992 y agosto de 2011.

Las tablas con los valores máximos de un período de diez días fueron tratados con el software “extRemes” bajo lenguaje “R” (Guillerand, Katz & Young, 2005) y se aproximaron con una distribución generalizada de Pareto (DGP):

$$G(z) = \exp\left\{-\left[1 + \xi\left(z - \frac{\mu}{\sigma}\right)\right]^{\frac{1}{\xi}}\right\}$$

Con μ un parámetro de localización, σ un parámetro de escala y ξ un parámetro de forma. Usando un pico sobre un umbral (inglés: “Peaks Over Threshold” o POT) de 2.0 metros.

Tabla 3: Sitios de estudio del oleaje para un periodo de 10 días

Nombre	ϕ , Longitud ($\pm 180^\circ$)	λ , Latitud ($\pm 90^\circ$)	Número de datos	Número de decenas de observaciones	Número de años de observaciones ⁽¹⁾
Isla San Andrés	-81.830	12.500	21258	685	18.7543
Banco Roncador	-80.000	13.500	16060	688	18.8364
Bajo Nuevo	-78.670	15.833	28063	684	18.7269
Urabá	-77.000	9.000	10834	519	14.2094
Cartagena	-75.670	10.500	8138	683	18.6995
Puerto Colombia	-75.000	11.500	11840	680	18.6174
Santa Marta	-74.500	11.500	24107	687	18.8090
Riohacha	-73.000	12.000	24356	683	18.6995
Bahía Honda	-72.000	12.500	8205	543	14.8665

(1) El número de decenas de observaciones por año es de 36,525.

BIBLIOGRAFÍA

- Ablain M. and Mertz F., 2005. *Topex / Poseidon validation activities 12 years of T/P data (GDR-Ms)*.
- Ramonville Saint-Agne, CNES/CLS Ed., Contract No 03/CNES/1340/00-DSO310-lot2.C, 98 p.
- Aviso, 2005. *DT/ CorSSH and DT/ SLA Product Handbook*. CLS-DOS-NT-05-097, Version: 1, rev1, October 17, 2005, 24 p.
- Aviso, 2009. Aviso Delayed Time Corrected Sea Surface Heights: <ftp.cls.fr/pub/oceano/AVISO/SSH/monomission/dt/corssh/ref/>
- Baird & Associates, 2005. *Pacific Ocean wave information study Validation of wave model results against satellite altimeter data*. W.F. Baird & Associates Coastal Engineers LTD., Madison, Wisconsin, 13 p.
- Berwin R.W. and Benada J.R., 2000. *Topex/Poseidon Sea Surface Anomaly Product, User's Reference Manual, Version 1.0*. http://podaac.jpl.nasa.gov/tpssa/doc/ssa_manual.html
- Boccotti P., 2000. *Wave Mechanics for Ocean Engineering*. Amsterdam, Elsevier Ed., 495 p.
- Bonnefille R., 1980. *Cours d'hydraulique maritime*. Paris, Masson Ed., 171 p.
- Calverely, M.J., Szabo D., Cardone V.J., Orelup E.A. and Parsons M.J., 2002. *Wave Climate Study of the Caribbean Sea*. 7th International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting October 21-25, 2002, Banff, Alberta, Canada.
- Cazenave A. & Massonet D., 2004. *La Terre vue de l'espace*. Paris, Berlin Ed., 127 p.
- Coles S., 2001. *An Introduction to Statistical Modelling of Extremes Values*. London, Springer Ed., 208 p.
- Diday, E., Lemaire, J., Pouget, J. & Testu, F., 1982. *Elements d'analyse de données*. Paris, Dunod Ed., 462 p.
- Evans J., 2009. MEXNC, SNCTools, and the NetCDF Toolbox. <http://mexcdf.sourceforge.net/>
- Fu L.-L. et Cazenave A., 2001. *Satellite Altimetry and Earth Sciences*. San Diego, Academic Press Ed., 465 p.
- Grinsted A., Moore J.C., Jevrejeva S., 2009. «Reconstructing sea level from paleo and projected temperatures 200 to 2100 AD», *Climate Dynamics*, 10 p. www.springerlink.com
- Guillerand E., Katz R. & Young G., 2005. *Extremes Toolkit, Weather and Climate Applications of Extreme Value Statistics*. Boulder, National center for Atmospheric Research, 137 p.
- Hayne, G.S., and D.W. Hancock III, 1998. *Observations from Long-Term Performance Monitoring of the Topex Radar Altimeter*. Topex/Poseidon/Jason-1 Science Working Team Meeting, Keystone, Colorado.
- Klajnmic H., 2005. Estimation et comparaison de niveaux de retour pour les vitesses extremes des vents. *Modulad*, 35, p. 29-41.
- Picot N., Case K., Desai S. & Vincent P., 2003. Aviso and Podaac User Handbook. IGDR and GDR Jason Products. Pasadena, Jet Propulsion Laboratory - Physical Oceanography Distributed Active Archive Center, 110 p.
- Queffeuou P., 2003. Long-term quality status of wave height and wind speed measurements from satellite altimeters. *Isopex-2003 Conference Proceedings*, Honolulu, Hawai, May 25-30, 2003, 7 p.
- Queffeuou P., Bentamy A., Guyader J., 2004 - Satellite wave height validation over the Mediterranean Sea. *Proceedings of the 2004 Envisat and ERS Symposium, Salzburg, Austria*, 6-10 September 2004 (ESA SP-572, April 2005), 5 p.
- Queffeuou P. et Bentamy A., 2007 - Analysis of Wave height Variability Using Altimeter measurements: Application to the Mediterranean Sea. *Journal of Atmospheric and Oceanic technology*, 24, p. 2078-2092.
- Lebart, L., Morineau, A. & Piron, M., 1995. *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Paris, Dunod Ed., 419 p.
- Rahmstorf, S., 2007. A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise, *Science*, 315, 368-370.
- Rahmstorf S., Cazenave A., Church J.A., Hansen J.E., Keeling R.F., Parker D.E., Somerville R.C.J., 2007, “Recent Climate Observations Compared to Projections”, *Science*, 316, p.709 DOI: 10.1126/science.1136843
- The Wafo Group, 2000. *A Matlab® Toolbox for Analysis of Random Waves and Loads*. Lund, Lund Institute of Technology - Centre for Mathematical Sciences, 112 p.
- Thomas Y.F., 2006-a. *Climatologie des vagues pour la mer territoriale sous juridiction colombienne (8° à 19° N - 69° à 84° W) : analyse des données Icoads*. Paris, rapport de convention LGP - Invemar, 127 p.
- Thomas Y.F., 2006-b. *Climatologie des vagues pour la mer territoriale sous juridiction colombienne (8° à 19° N - 69° à 84° W) : analyse des données du satellite Topex - Poseidon*. Paris, rapport de convention LGP - Invemar, 69 p.
- Thomas Y.-F. & El Moustapha Senhoury A., 2007. Distribution De La Hauteur Significative En Afrique De Louest Mesuree Par Le Radiometre Topex - Poseidon. *Photo Interpretation*, N° 2007-1, Pp. 25-32 Et 45-48.
- The Wafo Group, 2000. *A Matlab® Toolbox for Analysis of Random Waves and Loads*. Lund, Lund Institute of Technology - Centre for Mathematical Sciences, 112 p.

ANEXO 3

LOS DATOS CERSAT

INTRODUCCIÓN

Los satélites de observación oceánica han estado en órbita desde hace bastante tiempo y los algoritmos de tratamiento de sus datos son bastante buenos como para que hoy pueda proponerse el tratamiento de las series de velocidad y dirección del viento (satélites ERS-1, ERS-2, Adeos y QuikSCAT), de altura de olas (satélites Topex y Jason) o de anomalías del nivel de los mares (satélites Topex y Jason).

La zona geográfica elegida desborda el espacio del Caribe colombiano y cubre un cuadrilátero delimitado por los paralelos 7° N y 19° N y los meridianos 69° W y 84° W. La Figura 1 muestra el área así definida.

LOS DATOS

El difusómetro es un instrumento capaz medir el viento, es decir, su intensidad y su dirección en todas las condiciones meteorológicas. Es el único que permite la restitución de la dirección del viento por una medida instantánea y específica.

El principio general de la medida con un difusómetro equivale a utilizar la interacción entre dos elementos, uno artificial (una onda electromagnética polarizada vertical u horizontalmente, emitida bajo una incidencia no nula) y el otro natural (las olitas presentes en la superficie del agua y muy sensibles al viento de superficie).

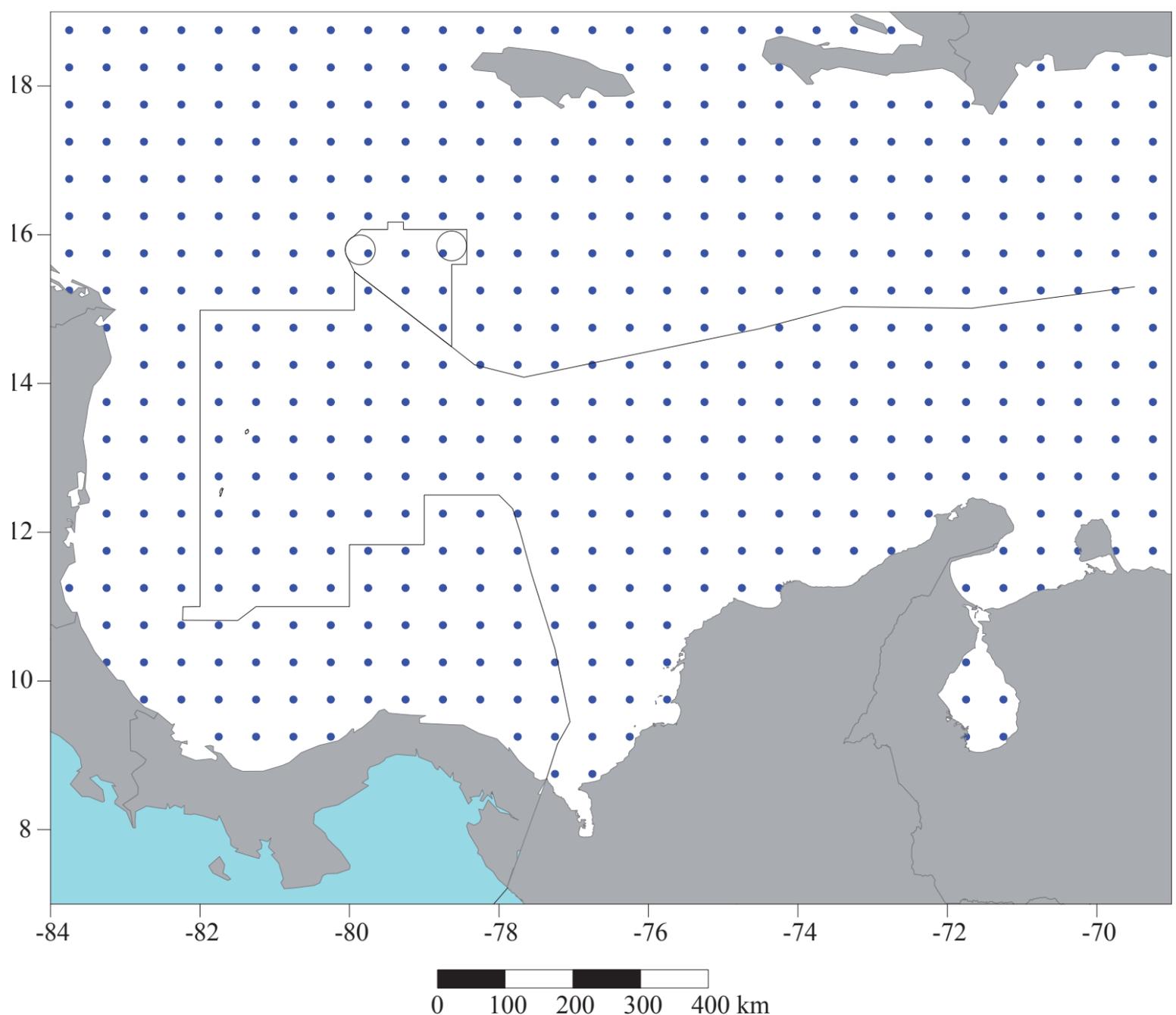


Figura 1: Delimitación de la zona de estudio.

Estos dos elementos obran recíprocamente (principalmente según la teoría de retrodifusión de Bragg), lo que causa una modulación de la intensidad de la onda electromagnética recibida en retorno, imagen del estado de las olas y en consecuencia del viento.

Se calcula según la potencia recibida y su relación con la potencia enviada, así como con las características del radar (frecuencia, polarización, ángulo de incidencia, altitud) y las características de las pérdidas (atmósfera, tratamientos aplicados a la señal), un coeficiente de retrodifusión Sigma (σ) que más tarde permitirá reencontrar las características de la superficie y el viento.

Para un ángulo de incidencia no nulo y estrictamente positivo, se tendrá según el estado del mar:

- Un máximo de potencia reflejada en otra dirección a la del radar, reflexión especular, que se da en una superficie perfectamente lisa.
- Una escasa parte de potencia retrodifusa hacia el radar, sobre una superficie débilmente áspera.
- Una potencia retrodifusa en todas las direcciones, para una superficie muy áspera.

El problema consiste en determinar las características del viento a partir de la medida de Sigma(σ). Actualmente solo los modelos empíricos permiten establecer una relación entre el coeficiente de retrodifusión y el vector viento. En el caso de un satélite que observa el mar, el empirismo se resume en localizar los datos de satélite (Sigma σ) y los datos de boyas (la velocidad y la dirección del viento, la temperatura, los grados de higrometría, entre otros).

Los datos actualmente disponibles proceden esencialmente de tres difusómetros:

- AMI-Wind desarrollado por la ESA y embarcado sobre las plataformas ERS-1 y ERS-2 de esta misma institución. Este instrumento opera en banda C a la frecuencia de 5.3 GHz.
- NSCAT desarrollado por la Nasa y embarcado sobre la plataforma Adeos (también conocida bajo su nombre japonés Midori) desarrollada por la Nasda. Este instrumento opera en banda Ku a la frecuencia de 13.995 GHz.
- SeaWinds desarrollado por la Nasa y embarcado sobre la plataforma QuikSCAT de esta misma institución. Este instrumento opera en banda Ku a la frecuencia de 13.4 GHz.

Estos distintos instrumentos miden la velocidad del viento entre 3 y 20 m.s⁻¹ con una exactitud de 2 m.s⁻¹ y la dirección con una exactitud de aproximadamente 20 grados.

Los datos utilizados para este trabajo son los datos enmascarados del campo de viento global proporcionados a la comunidad de los usuarios científicos a la resolución de 1° × 1° para los difusómetros Ami-Wind y NSCAT o a la resolución de 0.5 × 0.5° para el difusómetro SeaWinds. El intervalo de tiempo cubierto por el producto es el día, la semana o el mes.

Las principales características de los instrumentos citados se encuentran a continuación, en las tablas 1, 2 y 3

Tabla 1. Los datos ERS-1 y ERS-2

Título del producto	ERS «Mean Wind Fields»
Plataforma	ERS-1 et ERS-2
Sensor	AMI-Wind
Banda	C (5.3 GHz)
Nivel	3
Cobertura espacial	Global
Resolución espacial	1 grado
Formato	NetCDF comprimido
Resolución temporal	Semana, mes
Cobertura temporal	ERS-1: 05/08/1991 hasta 02/06/1996 ERS-2: 25/03/1996 hasta 15/01/2001
Fuente	http://www.ifremer.fr/cersat/en/data/

Tabla 2. Los datos NSCAT

Título del producto	NSCAT Mean Wind Fields
Plataforma	Adeos
Sensor	NSCAT
Banda	C (13.995 GHz)
Nivel	3
Cobertura espacial	Global
Resolución espacial	1 grado
Formato	NetCDF comprimido
Resolución temporal	Semana, mes
Cobertura temporal	16/09/1996 hasta 30/06/1997
Fuente	http://www.ifremer.fr/cersat/en/data/

Tabla 3. Los datos QuikSCAT

Título del producto	Scat Mean Wind Fields
Plataforma	QuikSCAT
Sensor	SeaWinds
Banda	Ku (13.4 GHz)
Nivel	3
Cobertura espacial	Global
Resolución espacial	0.5 grados
Formato	NetCDF comprimido
Resolución temporal	Día, semana, mes
Cobertura temporal	20/07/1999 hasta 18/09/2006 (serie en curso)
Fuente	http://www.ifremer.fr/cersat/en/data/

RESULTADOS - NIVEL GLOBAL

TRATAMIENTOS Y RESULTADOS

Los archivos NetCDF comprimidos al formato ZIP se descomprimen y se convierten en dos archivos TXT al formato ASCII que corresponden a los componentes zonal (U) y meridiana (V) del vector viento.

Las bases de datos **mensual** y **semanal** se componen en los archivos ERS-1 para el periodo comprendido entre el 08/05/1991 y el 18/03/1996, los archivos ERS-2 para el periodo comprendido entre el 25/03/1996 y el 19/07/1999, y finalmente los archivos QuikScat para el periodo comprendido entre el 26/07/1999 y el 21/11/2009 (fecha de fin de funcionamiento del satélite).

La base de datos **diaria** se compone de los archivos QuikScat para el periodo comprendido entre el 26/07/1999 y el 21/11/2009.

Los archivos mensuales y semanales de resolución $1.0^{\circ} \times 1.0^{\circ}$ que proceden del tratamiento de los dispersómetros de los satélites ERS-1, ERS-2 y Nscat se descartaron del tratamiento.

Se guardaron entonces los archivos QuikScat para el periodo comprendido entre el 26/07/1999 y el 21/11/2009 (fecha de realización del estudio). Se dispone entonces de una base homogénea de 7498 archivos adquiridos durante 3749 días de medidas así distribuida en el tiempo (Tabla 4):

Tabla 4. Archivos mensuales usados para los análisis.

Mes	Efectivo (Número años)	Mes	Efectivo (Número años)	Mes	Efectivo (Número años)
Enero	308 (09.94)	Mayo	305 (09.84)	Septiembre	329 (10.97)
Febrero	283 (10.02)	Junio	297 (09.90)	Octubre	341 (11.37)
Marzo	308 (09.94)	Julio	319 (10.29)	Noviembre	309 (10.30)
Abril	300 (10.00)	Agosto	341 (11.00)	Diciembre	309 (09.97)

Los archivos entonces se tratan para proporcionar para cada mes una secuencia de ficheros: número de observaciones, media y desviación estándar de la componente zonal, media del componente meridiano, media y desviación estándar del vector viento, dirección del vector viento. La Figura 1 presenta la malla de $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ que describe el conjunto de la zona de estudio.

Los archivos (latitud, longitud, U) y (latitud, longitud, V) y (latitud, longitud, W) se cartografiaron para cada mes de un año promedio.

CONCLUSIONES

La determinación de las velocidades y direcciones de los vientos por satélite se revela extremadamente fiable puesto que los dispersómetros miden la velocidad del viento entre 3 y 20 m s^{-1} con una exactitud de 2 m s^{-1} y la dirección con una exactitud de aproximadamente 20 grados.

Los vientos son relativamente estables en dirección: su circulación se hace de E a W (ENE – WSW) al norte de 14 grados de latitud. Al sur de este paralelo, la circulación dominante permanece E-W en la parte oriental de la cuenca, pero adopta una distribución en abanico que se caracteriza por una rotación NE - SW entre la península de La Guajira y las costas de Centroamérica. La velocidad media de los vientos es siempre inferior a 12 m s^{-1} y muestra un máximo de diciembre a marzo, un máximo relativo en julio y agosto, y un mínimo entre septiembre y noviembre.

BIBLIOGRAFÍA

Ifremer / Cersat, 2002. *Mean Wind fields (MWF product). Volume 1 – ERS-1, ERS-2 & NSCAT user manual version 1.0.* Brest, Ifremer Ed., Réf.: C2-MUT-W-05-IF, 2002, 54 p.

Ifremer / Cersat, 2002. *QuikSCAT scatterometer mean wind field products user manual version 1.0.* Brest, Ifremer Ed., Réf.: C2-MUT-W-03-IF, 2002, 48 p.

ANEXO 4

LOS DATOS DE BOYA OBSERVADOS (NDBC) Y VIRTUALES (WWIII)

DATOS OBSERVADOS, DATOS SIMULADOS, RELACIONES

BASE DE DATOS NDBC

BASE DE DATOS

La base de datos NDBC (*National Data Buoy Center*) reúne bajo autoridad de la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), datos controlados y corregidos de más de 100 boyas de pleamar, 50 estaciones costeras, 55 estaciones atmosféricas y 39 boyas tipo Dart (*Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis*) para la detección de ondas de tsunamis (NDBC, 2009).

Aunque el NDBC recibe información de boyas de todos los mares del mundo, la mayoría se concentran en las costas americanas, en especial de Alaska, los Grandes Lagos, el golfo de México y el mar Caribe.

Las boyas están dedicadas a la observación a largo plazo de las variaciones de las características de las aguas superficiales relacionadas con el cambio climático global, las características de tormentas y huracanes o trabajos de ingeniería. Los datos fueron descargados del sitio web <http://www.ndbc.noaa.gov/ioos.shtml>

La mayoría de las boyas graba un conjunto de datos básicos de las características ambientales (NDBC, 1998, 2009), en teoría:

- WSPD, velocidad del viento (en m/s)
- WD, dirección del viento (en °)
- GST, velocidad de las ráfagas (en m/s)
- WVHT, altura significativa de las olas (en m)
- DPD, periodo dominante de las olas (en s)
- APD, periodo promedio de las olas (en s)
- MWD, dirección promedio de las olas (en °)
- BAR, presión atmosférica (en hPa)
- ATMP, temperatura del aire (en °C)
- WTMP, temperatura del agua (en °C)
- DEWP, humedad (en %)
- VIS, visibilidad (en millas náuticas)
- Tide, marea (en m)

CARACTERÍSTICAS DEL OLAJE

Calcular las características del oleaje con datos espectrales de boya implica complejos cálculos cuya precisión es esencial para modelos previsionales, navegantes, ingenieros costeros o trabajos científicos.

Todos los datos básicos se derivan de un espectro de energía grabado por la boya. Los datos pueden ser usados bajo la

forma de espectro de oleaje o con características básicas como la altura significativa y medidas del periodo (AMS, 2000).

Las boyas no direccionales

Las boyas usan un acelerómetro para medir los movimientos. Se posicionan sobre una estructura vertical, de manera tal que mantenga su estabilidad paralelamente a la vertical terrestre. Las boyas operacionales NDBC (non-directional-wave) miden una estimación de la aceleración y del espectro de desplazamiento NDBC, (1996); en caso de que este no se grabe directamente, se deriva del espectro de aceleración. A partir de ese espectro se calculan el periodo promedio¹, el periodo pico² y la altura significativa³ H_{m0} con la expresión siguiente:

$$H_{m0} = 4 \left[\int_{f_l}^{f_u} S(f) df \right]^{1/2}$$

Donde:

- S(f) es el espectro de densidad de desplazamiento
- df es el ancho de la banda de frecuencia
- f_u es el límite superior de frecuencia
- f_l es el límite inferior de frecuencia.

Las boyas direccionales

Para obtener información relativa a la dirección de las olas, las boyas deben disponer además de sensores de desplazamiento (aceleración u oleaje), un acimut de boya para medir el cabeceo y balanceo. Ese sensor permite grabar la orientación con una pendiente E-W y una pendiente N-S, lo que posibilita que la boya mida el espectro direccional, por el cálculo de las direcciones medias y principales del oleaje. Existen varios métodos para sintetizar esa información y calcular el ángulo de incidencia, los utilizados por el NGDC se pueden consultar en (NGDC, 1996, 2009).

Esos cálculos presentan un cierto margen de error, que se muestran en la tabla siguiente (Tabla 1).

Tabla 1. Margen de error para los datos calculados de altura significativa, periodo y dirección.

Características	Margen de error
Altura significativa	0.2 m
Periodo	1s*
Dirección	10 °

*El margen de error puede ser superior a 1s para olas superiores de 10s de periodo

1 "Periodo promedio de las olas, en segundos, corresponde a la frecuencia de olas que divide el espectro de oleaje en partes iguales ».

2 "Periodo de olas dominante o periodo pico de las olas, en segundos, es el periodo de la ola ».

3 "Altura significativa de la ola, H_{m0} , se estima desde la varianza del desplazamiento de las olas».

DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS EN EL CARIBE

Se pueden contar siete boyas de oleaje en las aguas caribeñas, (Figuras 1 y 2), seis de ellas pertenecen y son administradas por la Noaa, y a pesar de estar localizadas a una distancia considerable del litoral colombiano, la información que se extrae de las mismas se usa de forma razonable para los análisis en cuestión. Una boya más, instalada cerca de la ciudad de Barranquilla, fue instalada gracias a los servicios de la Dirección General Marítima de Colombia (Dimar), y también de ella se pueden extraer datos.

Las series o registros de las boyas aparecen con vacíos importantes de información y falta de sincronización de los datos (Figura 2). Así las cosas, esos datos son insuficientes para determinar las características del oleaje en las costas colombianas, por lo que los datos observados fueron entonces tratados con el fin de relacionarlos con datos modelados más completos y más extendidos en tiempo.

BASE DE DATOS WAVEWATCH III

EL MODELO WWIII

WaveWatch III (Tolman, 1997, 1999a, 2002b, 2009) es un modelo operacional de oleaje y de viento en dominio marino. Fue desarrollado por Henrik Tolman en la Unidad de Modelación de los Estados del Mar del Centro Nacional de Predicción Ambiental (NCEP) de la Noaa. Es considerado como un modelo muy eficiente para la descripción de los estados superficiales del mar (Tolman 2002b, Ardhuin *et ál.*, 2008, Pedreros *et ál.*, 2009).

Está basado en versiones precedentes de modelos de primera y segunda generación desarrollados por la Universidad de Delf y la Nasa (Goddard Space Flight Center). WWIII es diferente de sus predecesores en aspectos mayores como las ecuaciones, la estructura del programa, la concepción física y numérica, (Tolman, 2002b, 2009). Se puede encontrar información más detallada sobre la estructura del modelo en

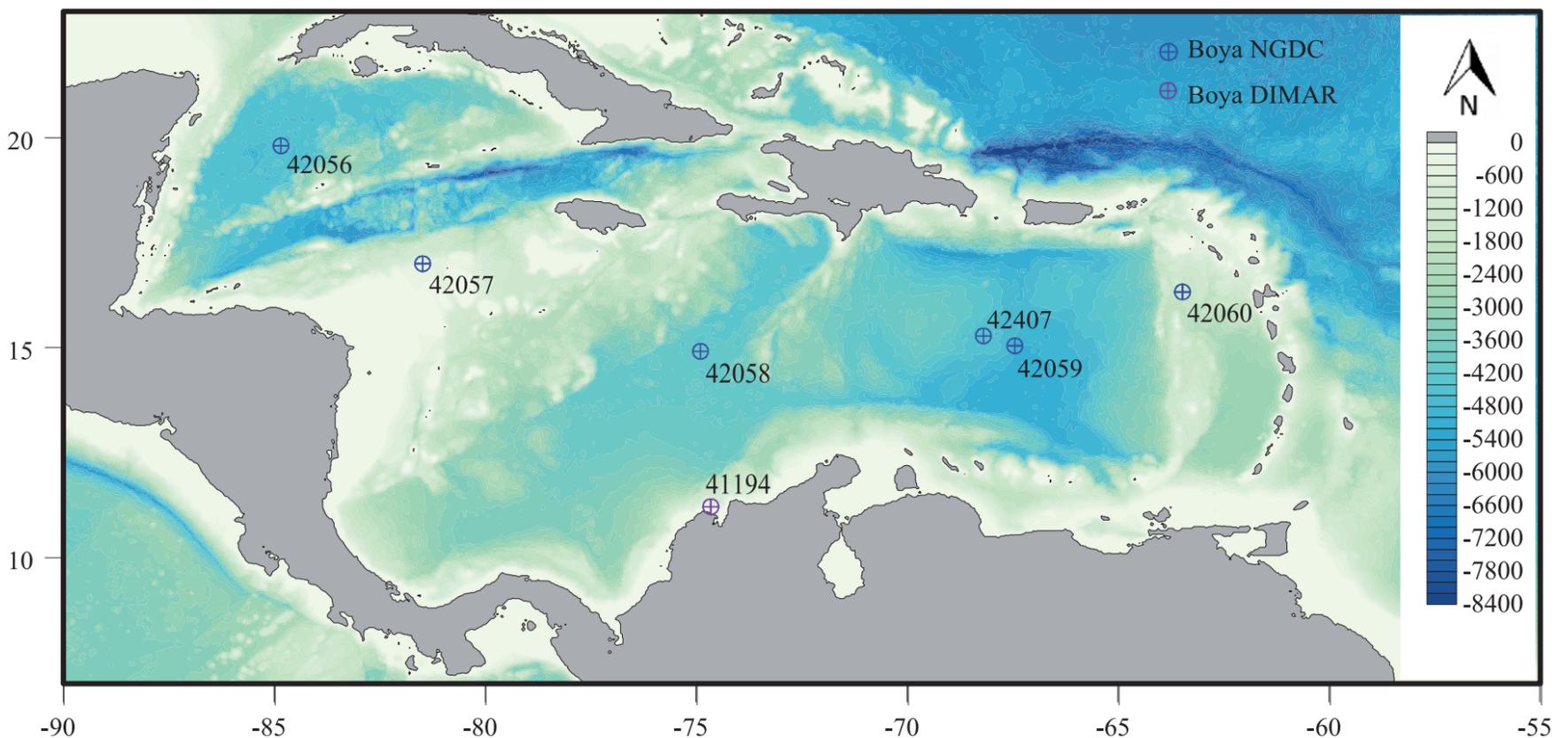


Figura 1. Localización de las boyas de observación del oleaje por la Noaa (puntos azules) y la Dimar (punto gris)

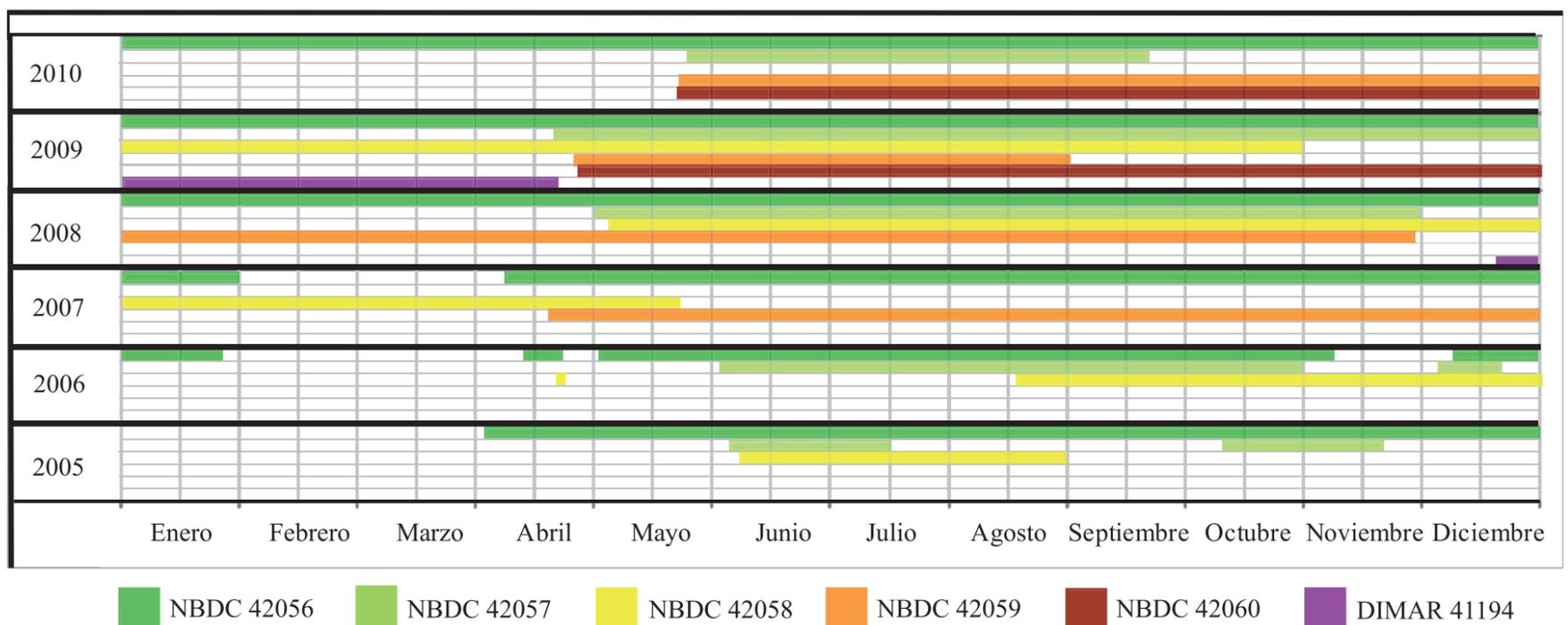


Figura 2. Periodos de funcionamiento de las boyas de observación del oleaje administradas por la Noaa y la Dimar.

<http://polar.ncep.noaa.gov/waves/wavewatch>. El modelo es funcional desde 1999 y dispone desde entonces de una base de datos más extendida que la de las boyas de observación presentes en el Caribe.

La cobertura del modelo WWIII se divide en dos bases de datos:

- El submodelo WNA (para *Western North Atlantic*), operacional del 1 de febrero 1999 al 30 de noviembre de 2007. Tiene como resolución espacial $0^{\circ}15' \times 0^{\circ}15'$, equivalente a $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$.
- El submodelo AT10 (para *10 minute regional Atlantic grid*), operacional desde el 1 de febrero de 2005 y con resolución espacial $0^{\circ}10' \times 0^{\circ}10'$, equivalente a $0.166^{\circ} \times 0.166^{\circ}$.
- Por sus diferentes resoluciones espaciales las mallas de estos dos modelos no se pueden sobreponer, como tampoco los datos de las boyas virtuales, los cuales se posicionaron lo más cerca posible al cambio de un modelo al otro.

Las características extraídas para los análisis llevados a cabo son:

- H1/3, altura significativa de las olas (o altura promedio del tercio de las olas más altas (unidad: m)
- TP, periodo pico de las olas (unidad: s)
- DP, dirección pico de las olas (unidad: $^{\circ}$)
- U y V, componente zonal y meridiano de la velocidad del viento (unidad: $m s^{-1}$)

Los datos se seleccionaron definiendo una malla de resolución espacial (Globo: 0.5° , Atlántico: 0.5° , Caribe: 0.166°)

y temporal (de tres en tres horas). Los datos extraídos al formato GRB2 fueron tratados con programas escritos por Y. F. Thomas.

RELACIONES DE LOS DATOS WW3_WNA Y WW3_AT10

Se observó la correspondencia entre los dos modelos con el fin de disponer de una base de datos continua y coherente de doce años. Para las nueve estaciones seleccionadas del litoral colombiano se relacionaron los datos de boyas virtuales durante el periodo de superposición temporal de los dos modelos (del 1 de febrero de 2005 al 30 de noviembre de 2007). En las figuras 3, 4 y 5 y Tabla 2 se puede observar la relación para los componentes Hs, Tp y Dp para el intervalo de tiempo común a los modelos, es decir del 01/02/2005 hasta el 30/11/2007.

VALIDACIÓN DEL MODELO WWIII

RELACIONES ENTRE DATOS OBSERVADOS Y MODELADOS: VALIDACIÓN DEL MODELO WWIII EN EL CARIBE

Los datos NGDC y WWIII, presentados previamente, han sido comparados para validación de las series WWIII como datos fiables para la determinación de las características generales y en particular del oleaje en las costas colombianas.

Se evaluó la relación entre los datos observados disponibles NBDC y los datos WWIII en el nudo más cerca de la malla. De acuerdo con las observaciones, la cantidad de datos observados disponibles es bastante variable y solo tres boyas de las siete tratadas disponen de datos direccionales la tabla 3 presenta las relaciones entre los datos observados y modelados, calculadas para cada boya con la totalidad de los datos disponibles.

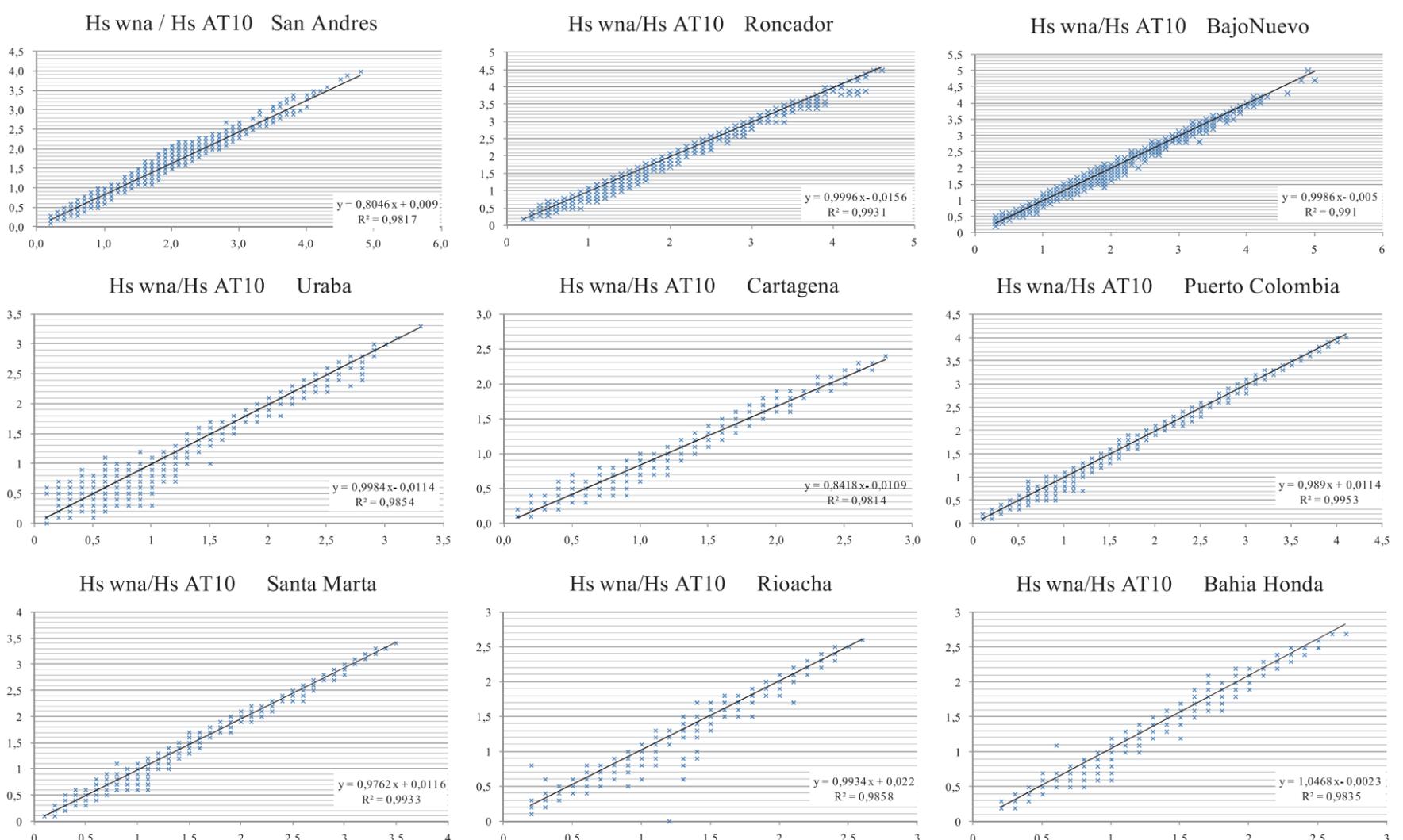


Figura 3. Relaciones Hs_wna/Hs_AT10 entre 01/02/2005 - 30/11/2007 para "Puerto Colombia"

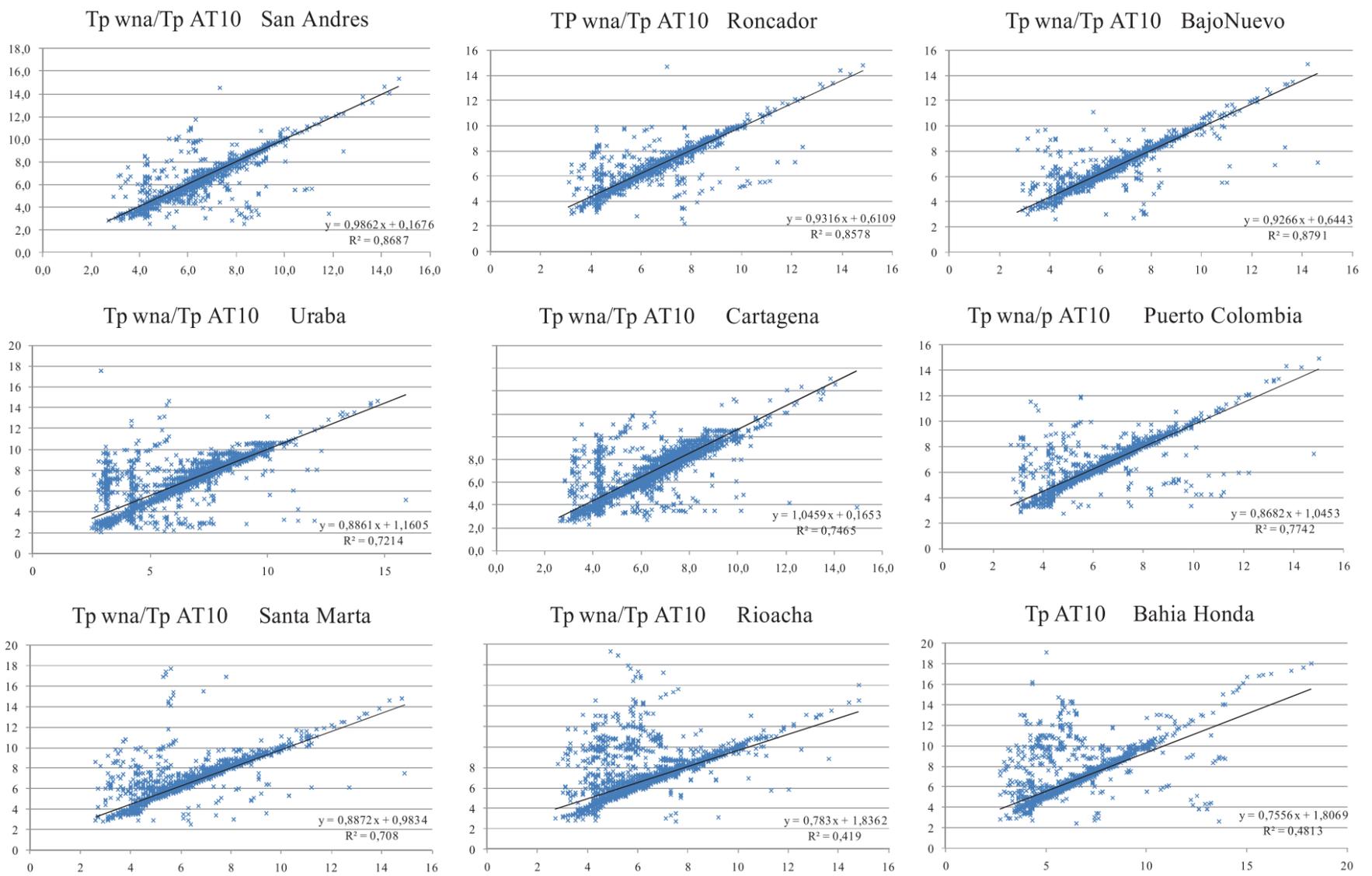


Figura 4. Relaciones Tp_wna/Tp_AT10 entre 01/02/2005 - 30/11/2007 para "Puerto Colombia"

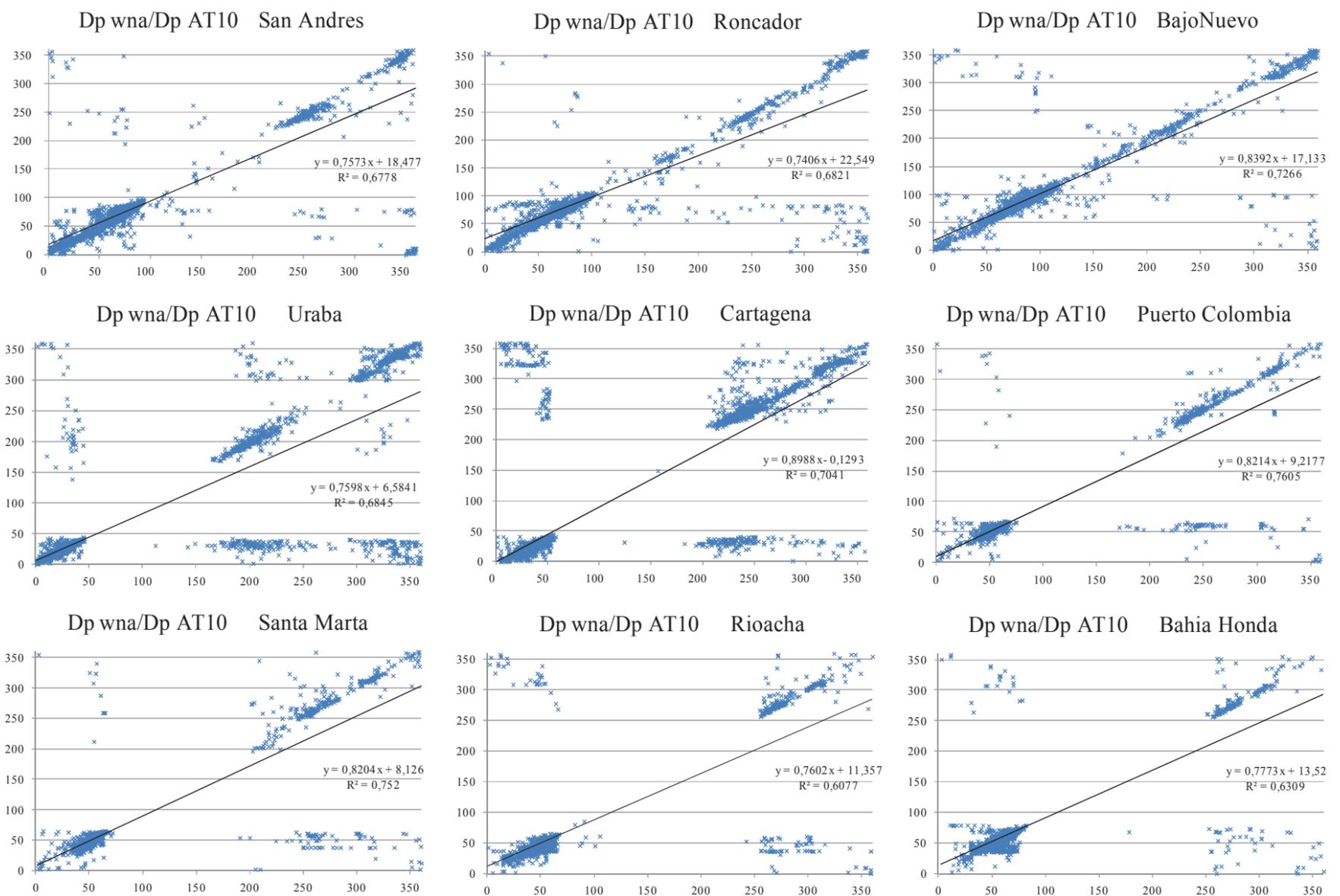


Figura 5. Relaciones Dp_wna/Dp_AT10 entre 01/02/2005 - 30/11/2007 para "Puerto Colombia"

Tabla 2. Relaciones entre Hs, Tp y Dir para cada estación de litoral colombiano.

Codigo	Estación	Longitud wna	Latitud Wna	Longitud AT10	Latitud AT10	Relación Hs wna/AT10	R ²	Relación Tp wna/AT10	R ²	Relación Dp wna/AT10	R ²
01	San Andrés	278,25	12.5	278,17	12.5	$Hs_AT10 = 0,8046Hs_wna + 0,009$	0,9817	$Hs_AT10 = 0,9862Hs_wna + 0,1676$	0,8687	$Hs_AT10 = 0,7573Hs_wna + 18,477$	0,6778
05	Cayo Roncador	280	13.5	280	13.5	$Hs_AT10 = 0,9996Hs_wna - 0,0156$	0,9931	$Hs_AT10 = 0,9316Hs_wna + 0,6109$	0,8578	$Hs_AT10 = 0,7406Hs_wna + 22,549$	0,6821
08	Bajo Nuevo	281.25	16	281.33	15.83	$Hs_AT10 = 0,9986Hs_wna - 0,005$	0,991	$Hs_AT10 = 0,9266Hs_wna + 0,6443$	0,8791	$Hs_AT10 = 0,8392Hs_wna + 17,133$	0,7266
11	Urabá	283	9	283	9	$Hs_AT10 = 0,9984Hs_wna - 0,0114$	0,9854	$Hs_AT10 = 0,8861Hs_wna + 1,1605$	0,7214	$Hs_AT10 = 0,7598Hs_wna + 6,5841$	0,6845
14	Cartagena	284.25	75.75	284.33	10.5	$Hs_AT10 = 0,8418Hs_wna - 0,0109$	0,9814	$Hs_AT10 = 1,0459Hs_wna + 0,1653$	0,7465	$Hs_AT10 = 0,8988Hs_wna - 0,1293$	0,7041
16	Puerto Colombia	285	11.5	285	11.5	$Hs_AT10 = 0,989Hs_wna + 0,0114$	0,9953	$Hs_AT10 = 0,8682Hs_wna + 1,0453$	0,7742	$Hs_AT10 = ,8214Hs_wna + 9,2177$	0,7605
17	Santa Marta	285.5	11.5	285.5	11.5	$Hs_AT10 = 0,9762Hs_wna + 0,0116$	0,9933	$Hs_AT10 = 0,8872Hs_wna + 0,9834$	0,708	$Hs_AT10 = 0,8204Hs_wna + 8,126$	0,752
20	Rioacha	287	12	287	12	$Hs_AT10 = 0,9934Hs_wna + 0,022$	0,9858	$Hs_AT10 = 0,783Hs_wna + 1,8362$	0,419	$Hs_AT10 = 0,7602Hs_wna + 11,357$	0,6077
22	Bahia honda	288	12.5	288	12.5	$Hs_AT10 = 1,0468Hs_wna - 0,0023$	0,9835	$Hs_AT10 = 0,7556Hs_wna + 1,8069$	0,4813	$Hs_AT10 = 0,7773Hs_wna + 13,52$	0,6309

Tabla 3: Relaciones entre los datos observados (boyas) y modelados (modelos WNA y AT10) calculados para cada boya con la totalidad de los datos disponibles (febrero de 1999 - diciembre de 2011).

	Relación Hs	R ²	Relación Tp	R ²	Relación Dp	R ²
Boya 42056	$Hs_42056 = 0,9296Hs_WWIII + 0,2078$	0,8772	$Tp_42056 = 0,4811Tp_WWIII + 3,6528$	0,2672	$Dp_42056 = 0,9108Dp_WWIII + 12,169$	0,8266
Boya 42057	$Hs_42057 = 0,9528Hs_WWIII + 0,2032$	0,8294	$Tp_42057 = 0,4825Tp_WWIII + 3,7315$	0,33	$Dp_42057 = 0,9801Dp_WWIII + 20,639$	0,7391
Boya 42058	$Hs_42058 = 1,0193Hs_WWIII + 0,0422$	0,915	$Tp_42058 = 0,6598Tp_WWIII + 2,0483$	0,6161	$Dp_42058 = 0,9412Dp_WWIII + 3,3108$	0,7535
Boya 42059	$Hs_42059 = 0,9011Hs_WWIII + 0,1251$	0,8529	$Tp_42059 = 0,6377Tp_WWIII + 2,3251$	0,3643		
Boya 42060	$Hs_42060 = 0,795Hs_WWIII + 0,0919$	0,714	$Tp_42059 = 0,6429Tp_WWIII + 3,1114$	0,3325		
Boya 41194	$Hs_41194 = 0,6658Hs_WWIII + 0,3307$	0,6918	$Tp_41194 = 0,7696Tp_WWIII + 1,4212$	0,5457		

A partir de lo cual se puede señalar que:

- Generalmente las boyas que disponen de una mayor cantidad de datos presentan relaciones más fuertes.
- Los componentes Hs y Dp presentan fuertes relaciones que permiten utilizarlos sin otras correcciones.
- La fiabilidad del componente Tp es más débil.

Dos razones explican las imprecisiones entre las dos fuentes de datos. La primera está directamente relacionada con la

definición del componente. Las boyas de observación producen datos de periodo significativo (periodo promedio del tercio de los periodos más largos), aunque el modelo produce datos del periodo para la dirección pico. La segunda tiene que ver con la modelación del parámetro Tp. En WWIII, el componente Tp representa el periodo del swell, es decir, que no toma en cuenta el mar del viento (responsable de oleaje adicional de periodo limitado). Al contrario, las boyas de observación graban esos datos de oleaje local.

ILUSTRACIÓN DE LAS RELACIONES PARA LA BOYA 42058

Se presentan las ilustraciones de las relaciones entre los parámetros observados y modelados para la boya NDBC 42058 (Figura 6), que es la más cercana a las costas colombianas.

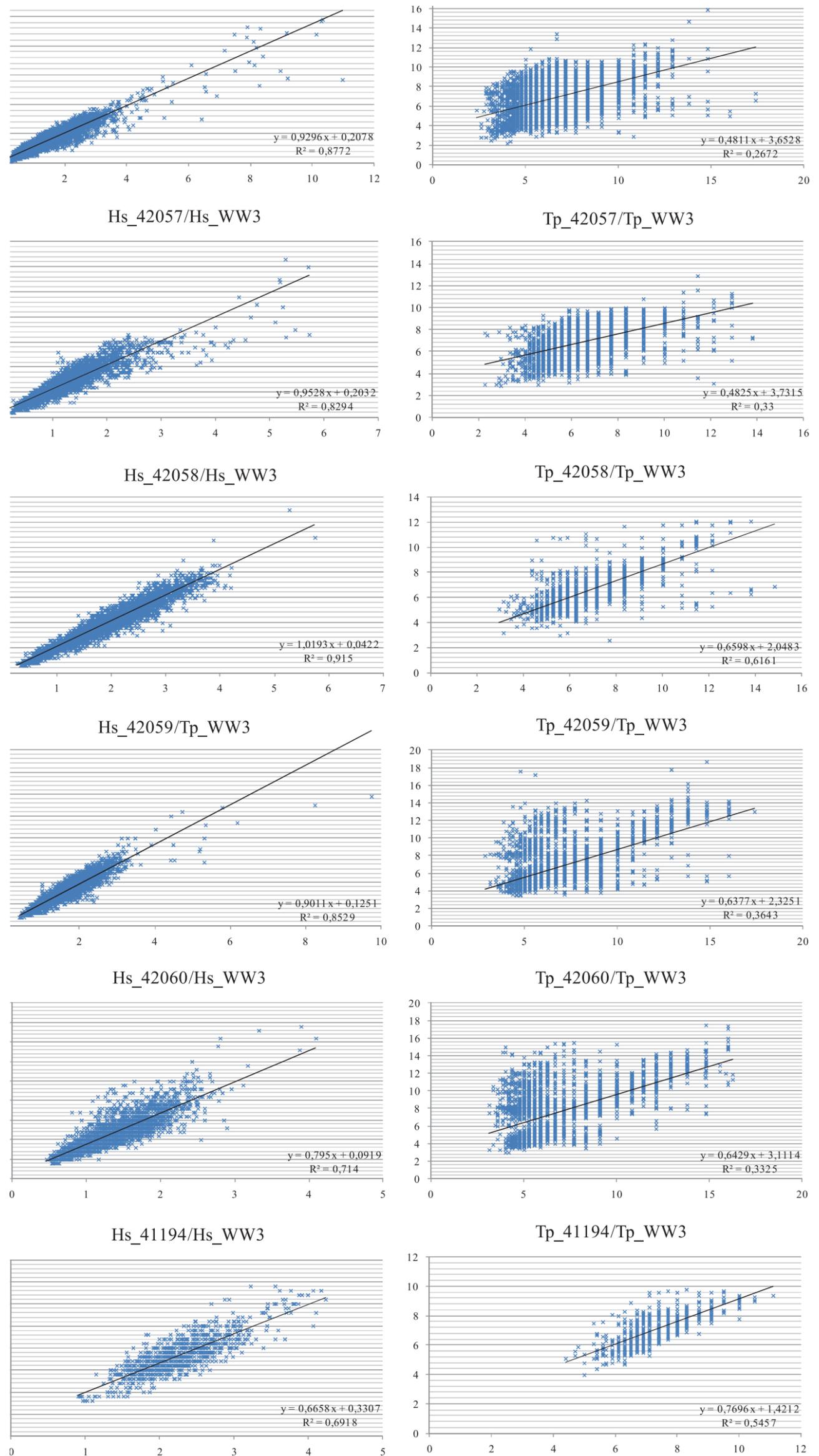


Figura 6. Relaciones entre los componentes altura significativa (Hs), boya 42058.

ESTIMACIÓN DEL NUMERO ANUAL DE TEMPESTADES 'SEVERAS'

A partir de los datos de los modelos WNA y AT10 del NCEP (cf. supra) se pudo construir para cada 'estación' un fichero de observación del parámetro altura significativa o Hs o H1/3. Este fichero se empleó para buscar la existencia de una posible relación entre la distribución de los 'golpes de viento' y la altura significativa de las olas que caracterizaban estos golpes de viento.

El CETMEF (*Centre d'Études Techniques Maritimes et Fluviales*) propuso el concepto de 'tempestad rigurosa' que puede definirse así. Una 'tempestad rigurosa' es caracterizada por un valor de Hs al pico que es superior a un límite máximo SFT (para *seuil de tempête sévère* o umbral de tempestad rigurosa).

El límite máximo de tempestad rigurosa SFT se fija arbitrariamente al valor de x.x metros. El principio de la fuerte tormenta corresponde a la hora previa al primer pico o el valor de Hs pasa sobre 0.3 veces SFT. El final de la fuerte tormenta corresponde a la hora posterior al último pico o el valor de Hs pasa sobre 0.3 veces SFT. Se considera por fin que dos picos de Hs pertenecen a la misma fuerte tormenta si responden como mínimo a una de las siguientes condiciones:

- El intervalo de tiempo que separa las horas de fin y de principio de dos tormentas consecutivas es inferior o igual a 24 horas;
- El valor de Hs no pasó por debajo de 0.3 veces SFT entre dos picos.

El utilitario "TSevere" escrito en Fortran-95 Absoft® se empleó para buscar el número de tormentas, según los criterios CETMEF. Se notara que los números de golpes de mar

en función de la altura significativa límite máximo se ajustan sobre una curva de Poisson. Los ajustes de las curvas fueron realizados por empleo de la lengua Matlab. La Figura 7 da un ejemplo de ajuste de las tempestades rigurosas para Cartagena.

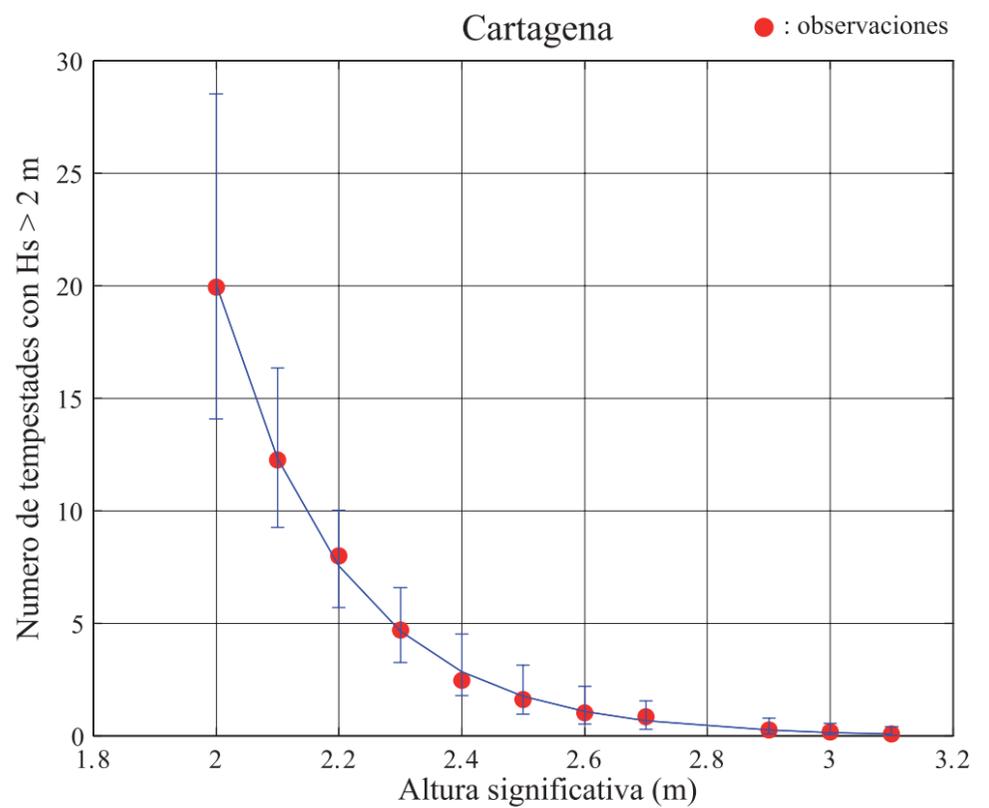


Figura 7. Relación entre altura significativa encima del 'umbral' (2.0 m) y el numero, anual, de tempestades quien superan este umbral. Escala en m, punto 'Cartagena' (ϕ : 75.75° y λ : 10.50°), datos "Western North Atlantic 0.25 degree model" del 1 de julio de 1999 al 14 de febrero de 2005 y "10 minute regional Atlantic grid" del 15 de febrero de 2005 al 31 de marzo de 2011; 34303 observaciones o 11.74 años de análisis, base de datos 'NOAA, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction'.

BIBLIOGRAFÍA

- American Meteorological Society, 2000: Glossary of Meteorology, Second Edition.
- Ardhuin F., Magne R., Rasclé N., Queffelec P., Hamon M. (2008). Modélisation des vagues avec le code WaveWatch III: version 3.13-SHOM et Prévimer, aspects multi-échelles et multi-disciplinaires. *Journée PCIM, Ifremer, SHOM, Prévimer*, 16 p.
- National Data Buoy Center, 1998: Tapered QC, NDBC Technical Document 98-03.
- National Data Buoy Center, 1996: Nondirectional and directional wave data analysis procedures, NDBC Technical Document 96-01, January.
- National Data Buoy Center, 2009, Handbook of Automated Data Quality Control Checks and Procedures, Technical Document 09-02, August p78

- Tolman, H. L., 1997: User manual and system documentation of WaveWatch version 1.15. Noaa / NWS / NCEP / OMB Technical Note **151**, 97 pp.
- Tolman, H. L., 1999a: User manual and system documentation of WaveWatch-III version 1.18. Noaa / NWS / NCEP / OMB Technical Note **166**, 110 pp.
- Tolman, H. L., 2002b: Validation of WaveWatch III version 1.15 for a global domain. Noaa / NWS / NCEP / OMB Technical Note Nr. **213**, 33 pp.
- Tolman, H. L., 2009: User manual and system documentation of WaveWatch III version 3.14. Noaa / NWS / NCEP / MMAB Technical Note **276**, 194 pp.
- Pedrerros R., Lesacheux S. et Idier D., 2009, Etude des conditions de vagues sur le littoral de la Côte Basque, Rapport final BRGM/RP-57173-FR. 51p.

ANEXO 5

INSTRUCCIONES PARA EL USO DE LA BASE DE DATOS “BDCOL”

En este anexo se presentan los dos productos que el usuario encontrará en este DVD: la base de datos “BdCol” y el programa de extracción de datos “ExtDt”.

SATÉLITES Y RADIÓMETROS

La base de datos “BdCol” se compone de los datos de los satélites Ers-1, Ers-2, Topex/Poséidon, Geosat Follow-On, Jason-1, Jason-2 y Envisat. La Tabla 1 resume las características principales de los altímetros utilizados.

TIPOS DE DATOS

Los datos de la base de datos “BdCol” provienen de la base a nivel global Aviso (*Archivage, Validation et Interprétation des données des Satellites Océanographiques*)¹ es la entidad que distribuye datos altimétricos desde 1992. Desde esta fecha, los productos distribuidos han evolucionado con la diversificación de los usuarios y con la oceanografía.

El producto utilizado para la realización de esta base de datos es la altura del mar a lo largo de la trayectoria con relación al elipsoide de referencia, corregida de los efectos geofísicos.

¹ <http://www.aviso.oceanobs.com/>

Los datos de la base Aviso “Delayed Time Corrected Sea Surface Heights” o también “DT CorSSH” se caracteriza por la aplicación de correcciones homogéneas a lo largo del periodo de disponibilidad, especificidad que favorece su empleo para estudios de series de larga duración. En el caso que nos concierne, hasta 20 años.

Cada archivo de la base de datos corresponde al ciclo completo de un satélite (alrededor de 10 días para Jason-1 y Topex - Poséidon, 17 días para Geosat-2, 35 días para YERO-2 y Envisat). Estos se corrigen de las perturbaciones instrumentales, medioambientales (efectos troposféricos e ionosféricos) y geofísicas (marea oceánica, marea terrestre y marea polar) (Aviso, 2005).

ÁREA CUBIERTA

La base de datos “BdCol” cubre el mar Caribe o mar de las Antillas. La Figura 1 presenta la distribución espacial de las observaciones y la Tabla 2 proporciona la lista de las observaciones tratadas en el marco de la publicación de este atlas, lo que representa más de 6.2 millones de medidas satelitarias de la altura de las olas para la zona seleccionada (-90° W hasta -60°W y 8° N hasta 25° N).

Tabla 1. Características principales de los altímetros radares utilizados para este estudio.

SATÉLITE	ERS-1	ERS-2	TOPEX POSÉIDON	GEOSAT FOLLOW ON	JASON-1	JASON-2	ENVISAT
LANZAMIENTO	21/04/1995	21/04/1995	10/08/1992	10/02/1998	07/12/2001	07/12/2001	01/03/2002
FIN DE VIDA	31/03/2000	06/07/2011	18/01/2006	26/11/2008	ACTIVO	ACTIVO	ACTIVO
ALTURA (KM)	785	785	1336	800	1336	1336	782.4-799.8
INCLINACIÓN (°)	98.52	98.52	66	108	66	66	98.55
REPETITIVIDAD (DÍAS)	3/35/168	35	9.9156	17	9.9156	9.9156	35/30
AGENCIA	ESA	ESA	NASA CNES	US NAVY NOAA	NASA CNES	NASA CNES	ESA
INSTRUMENTO	RADAR ALTIMETER	RADAR ALTIMETER	TOPEX ----- POSÉIDON-1	RADAR ALTIMETER	POSÉIDON 2	POSÉIDON 2	RADAR ALTIMETER 2
BANDA	K _u -BAND	K _u -BAND	K _u BAND C BAND ----- K _u BAND	K _u BAND	K _u BAND C BAND	K _u BAND C BAND	K _u -BAND S-BAND
FRECUENCIA (GHz)	13.8	13.8	13.6 5.3 ----- 13.65 GHz	13.5	13.575 5.3 GH	13.575 5.3	13.575 3.2

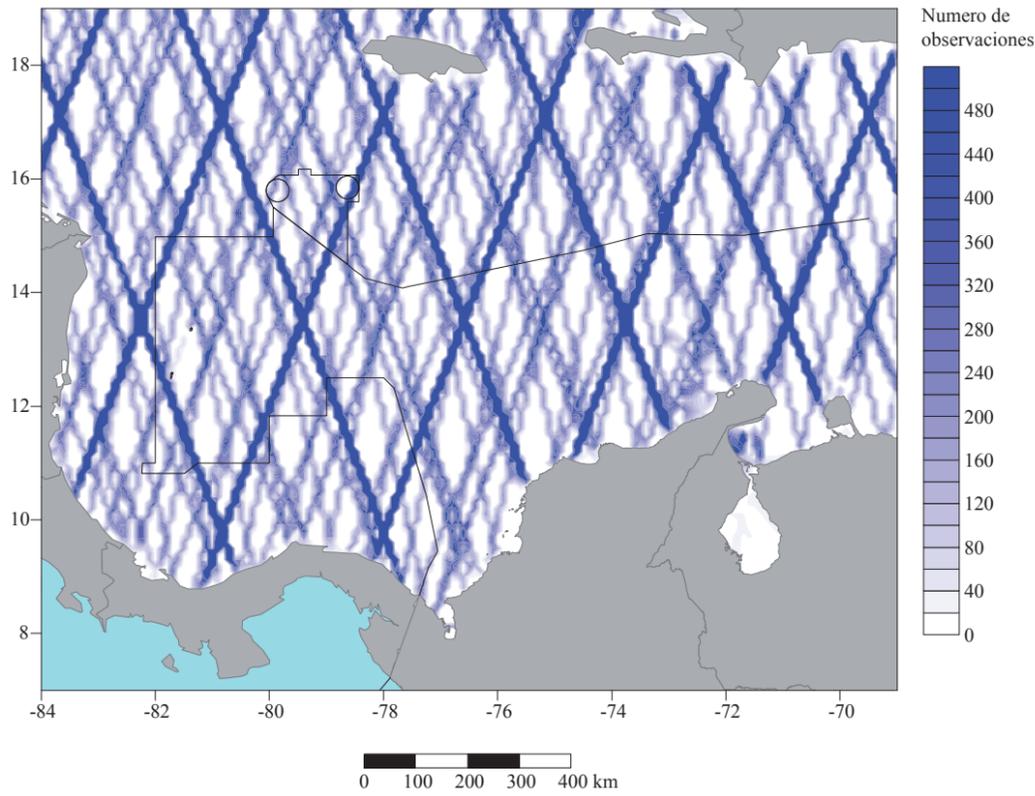


Figura 1. Distribución espacial de las observaciones entre septiembre de 1992 y agosto de 2011

Tabla 2: Lista de las observaciones tratadas.

SATÉLITE	CICLOS	DÍAS JULIANOS	ESTADO	A	M	J	H	M	S	NÚMERO DE DATOS
ERS-1	15	2448919.64848	PRINCIPIO	1992	10	24	3	33	49	1
	53	2450237.19108	FINAL	1996	6	2	16	35	9	589922
ERS-2	1	2449853.64851	PRINCIPIO	1995	5	16	3	33	51	1
	154	2455243.25000	FINAL	2010	2	15	16	36	0	1095298
TOPEX POSEIDON	1	2448891.17069	PRINCIPIO	1992	9	25	16	5	48	1
	481	2453652.12374	FINAL	2005	10	8	14	58	11	2003226
GEOSAT-2	37	2451553.02229	PRINCIPIO	2000	1	9	12	32	6	1
	219	2454671.25546	FINAL	2008	7	23	18	7	52	1241562
JASON-1	1	2452290.20638	PRINCIPIO	2002	1	15	16	57	11	1
	352	2455775.04641	EN CURSO	2011	8	1	13	6	50	1802831
JASON-2	1	2454660.00000	PRINCIPIO	2008	7	12	13	6	23	1
	113	2455780.00088	EN CURSO	2011	8	6	12	1	16	609421
ENVISAT	9	2452542.62010	PRINCIPIO	2002	9	25	2	52	57	1
	104	2455767.17354	EN CURSO	2011	7	24	16	9	54	1354889

PERIODO CUBIERTO

La Figura 2 presenta la evolución mensual del número de observación entre junio de 1992 y diciembre de 2008. Como se puede constatar, el número de datos disponible para cada mes creció hasta el lanzamiento del satélite Envisat; ahora el número de datos adquirido cada mes disminuye fuertemente con la desaparición sucesiva de los satélites Ers-2, Topex-Poseidon y Geosat-2.

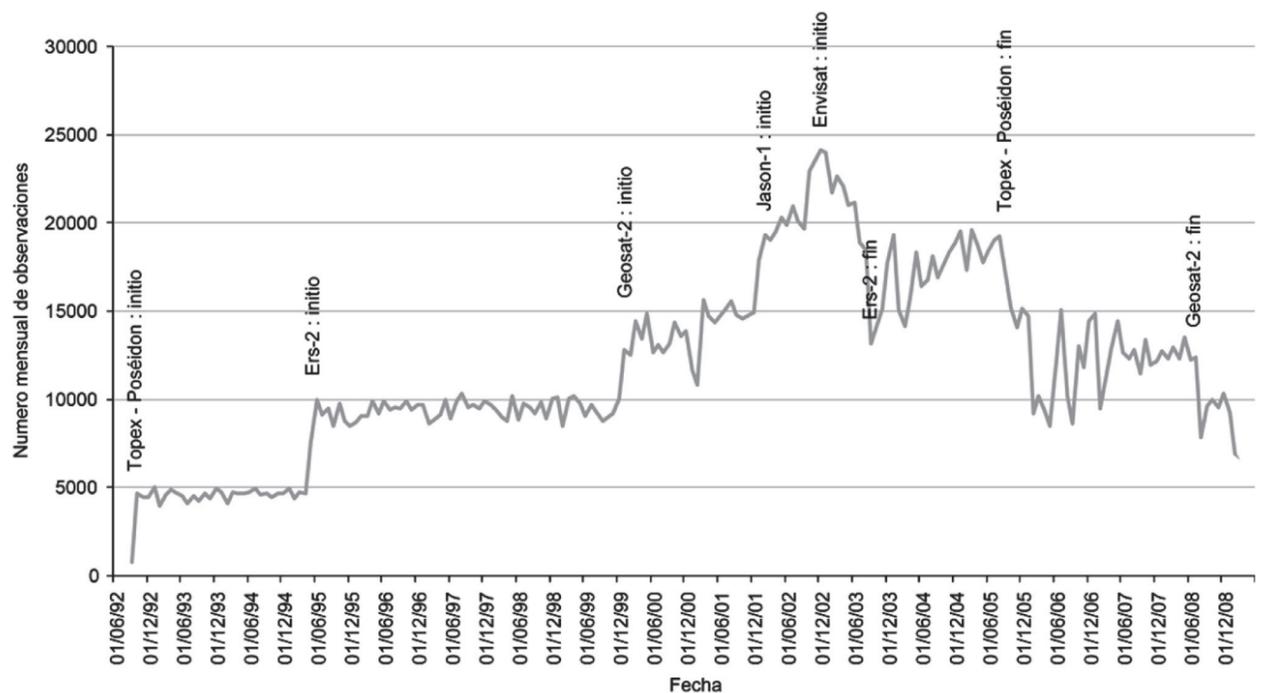


Figura 2: Evolución mensual del número de observación entre junio de 1992 y diciembre de 2008.

PRODUCTO “ALTURA SIGNIFICATIVA DE LAS OLAS”

Se calcularon algunos factores de corrección que deben aplicarse a los datos de altimetría y propuestos por distintos investigadores para convertir las alturas obtenidas por satélite en datos boyas (Queffeuou, 2003; Queffeuou y AL 2004; Ablain et Mertz, 2005). En este estudio las correcciones de altura utilizadas son las propuestas por Queffeuou y Bentamy (2007). Los tratamientos aplicados a los datos se encuentran en el Anexo 2 del atlas.

PROGRAMA “EXTDT”

Para extraer los datos se incluye en el DVD el programa ExtDt, el cual se ejecuta desde la consola Windows DOS. Para abrir la consola seleccione uno de las siguientes alternativas:

Haga click en el menú **inicio de Windows** (ubicado por default, a la izquierda de la barra de tareas) y seleccione la opción **Ejecutar...**, entonces escriba **cmd** en la casilla de comando y a continuación presione el botón **Aceptar**. En versiones antiguas de Windows es necesario escribir **command**.

Como resultado se abre la consola de comandos DOS de windows.

Para que el programa **ExtDt** encuentre la base de datos es necesario que se ejecute estando ubicados en el directorio en donde reside la base de datos (BdCol), para navegar a través de carpetas el DOS utiliza el comando **CD** (Change Directory), para cambiar entre unidades de disco digite la letra que identifica a la unidad de disco, por ejemplo **E:**. La forma más sencilla de navegar hasta una carpeta estando en la unidad de disco respectiva es escribir en la consola de comandos al inicio de la línea de comandos, el comando **CD** seguido de espacio,

luego seleccionar en el navegador de carpetas de Windows la carpeta en que la que se encuentra la carpeta BdCol seleccionar y arrastrarla hacia la consola del DOS. En la consola aparecerá resumida la ruta a esta carpeta, pulse **enter**, el prompt incluya la ruta de la carpeta actual, que si es correcto es la de la BdCol. Seguidamente y utilizando el navegador de carpetas de windows seleccione el programa ExtDt y arrástrelo hacia la consola, luego pulse **enter** para ejecutar el programa.

La consola DOS no distingue entre minúsculas y mayúsculas. Para ver el contenido de la carpeta en que está ubicado digite el comando **DIR**. En general en la internet es posible conseguir buenos tutoriales para el manejo de la consola DOS.

Una vez en ejecución el programa le pedirá el nombre del archivo en el que se almacenan los resultados y los parámetros requeridos para delimitar el conjunto de datos a extraer.

¿Nombre del archivo de resultados?

Asigne una unidad de disco en la que pueda escribirse, ejemplo **C:\DatosCaribe.txt**

Delimite el área geográfica:

*¿Longitudes mínima y máxima
(en grados decimales, 0.00 < LONG. < 359.99)?*

*¿Latitudes mínima y máxima
(en grados decimales, 0.0 < LATI < 89.99)?*

- Delimite la cobertura temporal

¿Inicio del periodo de búsqueda (AÑO, MES, DIA)?

¿Final del periodo de búsqueda (AÑO, MES, DIA)?

Los resultados se obtienen, después de unos segundos de espera, en un archivo texto, bajo la forma de un listado de la forma:

NOTA DE INFORMACION:

The altimeter products were produced and distributed by Aviso, as part of the Ssalto ground processing segment, with support from Cnes.
(<http://www.aviso.oceanobs.com/>)
(<http://cnes.fr/>)

PARAMETROS Y UNIDADES:

(1) Satelite	
- TP: Topex-Poséidon	;
- E1: ERS-1	;
- E2: ERS-2	;
- G2: Geosat-2	;
- J1: Jason-1	;
- J2: Jason-2	;
- EN: Envisat	;
(2) Ciclo	
(3) Año	
(4) Mes	
(5) Dia	
(6) Hora	
(7) Minuto	
(8) Segundo	
(9) Longitud	(grados decimales)
(10) Latitud	(grados decimales)
(11) Altura significativa no corregida	(metros)
(12) Altura significativa corregida	(metros)
(13) Profundidad	(metros)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
DATOS (extraídos satelite por satelite):													
E1	15	1992	10	24	3	34	45	282.017	12.038	0.820	1.109	-3712.000	
E1	15	1992	10	24	3	34	46	282.004	12.096	1.520	1.897	-3764.000	

Etc.

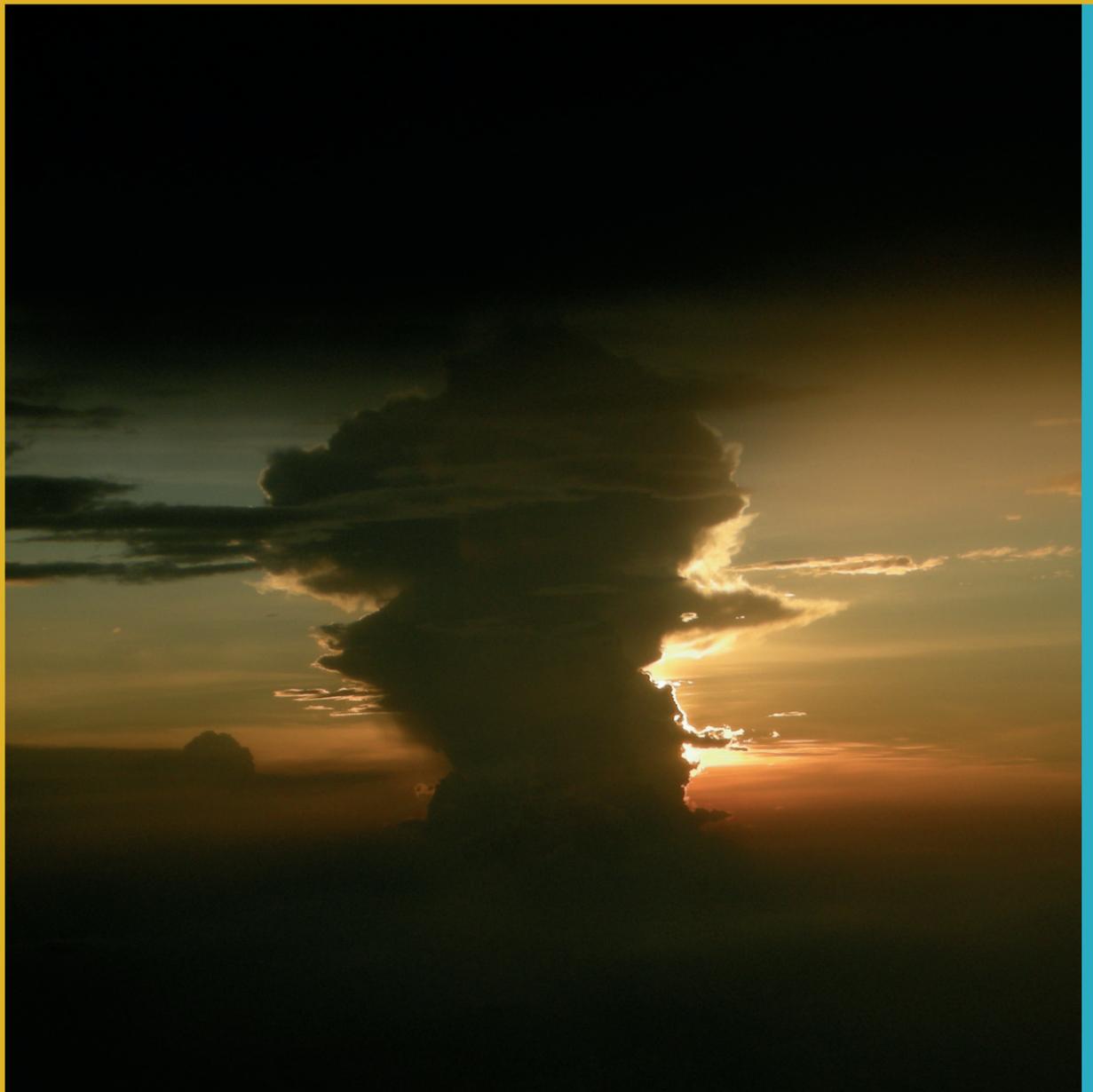
AGRADECIMIENTOS

Los productos altimétricos «DT/CorSSH/REF» fueron producidos y distribuidos por Aviso (<http://www.aviso.oceanobs.com>) como parte del segmento de proceso Ssalto por la divi-

sión de Oceanografía Spacial de CLS y distribuidos via FTP con el soporte del CNES. Les agradecemos para habernos facilitado la puesta a disposición de esta base de datos.

REFERENCIAS

- Ablain M. et Mertz F., 2005. *TOPEX/Poseidon validation activities 12 years of T/P data (GDR-Ms)*. Ramonville Saint-Agne, CNES/CLS Ed., Contract No 03/CNES/1340/00-DSO310-lot2.C, 98 p.
- Aviso, 2005. *DT/ CorSSH and DT/ SLA Product Handbook*. CLS-DOS-NT-05-097, Version: 1, rev1, October 17, 2005, 24 p.
- Aviso, 2009. *AVISO Delayed Time Corrected Sea Surface Heights*: <ftp.cls.fr/pub/oceano/AVISO/SSH/monomission/dt/corssh/ref/>
- Baird & Associates, 2005. *Pacific Ocean wave information study Validation of wave model results against satellite altimeter data*. W.F. Baird & Associates Coastal Engineers LTD., Madison, Wisconsin, 13 p.
- Berwin R.W. et Benada J.R., 2000. *TOPEX/POSEIDON Sea Surface Anomaly Product, User's Reference Manual, Version 1.0*. http://podaac.jpl.nasa.gov/tpssa/doc/ssa_manual.html
- Calverely, M.J., Szabo D., Cardone V.J., Orelup E.A. et Parsons M.J., 2002. *Wave Climate Study of the Carribean Sea*. 7th International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting October 21-25, 2002, Banff, Alberta, Canada.
- Cazenave A. & Massonet D., 2004. *La Terre vue de l'espace*. Paris, Belin Ed., 127 p.
- Fu L.-L. et Cazenave A., 2001. *Satellite Altimetry and Earth Sciences*. San Diego, Academic Press Ed., 465 p.
- Hayne, G.S., and D.W. Hancock III, 1998. *Observations from Long-Term Performance Monitoring of the TOPEX Radar Altimeter*. TOPEX/Poseidon/Jason-1 Science Working Team Meeting, Keystone, Colorado.
- Picot N., Case K., Desai S. & Vincent P., 2003. *AVISO and PODAAC User Handbook*. IGDR and GDR Jason Products. Pasadena, Jet Propulsion Laboratory - Physical Oceanography Distributed Active Archive Center, 110 p.
- Queffeuilou P., 2003. Long-term quality status of wave height and wind speed measurements from satellite altimeters. *ISOPE-2003 Conference Proceedings*, Honolulu, Hawaiï, May 25-30, 2003, 7 p.
- Queffeuilou P., Bentamy A., Guyader J., 2004 - Satellite wave height validation over the Mediterranean Sea. *Proceedings of the 2004 Envisat and ERS Symposium*, Salzburg, Austria, 6-10 September 2004 (ESA SP-572, April 2005), 5 p.
- Queffeuilou P. et Bentamy A., 2007 - Analysis of Wave height Variability Using Altimeter measurements: Application to the Mediterranean Sea. *Journal of Atmospheric and Oceanic technology*, 24, p. 2078-2092.
- Thomas Y.F., 2006-b. *Climatologie des vagues pour la mer territoriale sous juridiction colombienne (8° à 19° N - 69° à 84° W): analyse des données du satellite TOPEX - POSEIDON*. Paris, rapport de convention LGP- INVEMAR, 69 p.
- Thomas Y.-F. & El Moustapha Senhoury A., 2007. Distribution De La Hauteur Significative En Afrique De Louest Mesuree Par Le Radiometre Topex - Poseidon. *Photo Interpretation*, N° 2007-1, Pp. 25-32 Et 45-48.



ISBN 958-8067-14-8



9 789588 067148

