

COLECCIÓN ITSASO N.º 29

METEOROLOGÍA Y OCEANOGRAFÍA

RAMÓN FISURE LANZA



EUSKO JAURLARITZA

NEKAZARITZA, ARRANTZA
ETA ELIKADURA SAILA



GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

METEOROLOGÍA Y OCEANOGRAFÍA

RAMÓN FISURE LANZA

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

NEKAZARITZA, ARRANTZA
ETA ELIKADURA SAILA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia

Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

Vitoria-Gasteiz, 2006

FISURE LANZA, Ramón

Meteorología y oceanografía / Ramón Fisure Lanza – 1ª ed. – Vitoria-Gasteiz : Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 2006

p. ; cm. – (Colección Itsaso ; 29)

ISBN 84-457-2406-1

1. Meteorología. 2. Oceanografía. I. Euskadi. Departamento de Agricultura, Pesca y Alimentación

551.5

551.46

PUBLICACIONES DE LA COLECCIÓN ITSASO RELACIONADAS CON LOS TÍTULOS NÁUTICOS DE RECREO

14. P.E.R. Patrón de Embarcación de Recreo (Edición de 1996)
15. Patrón de Yate (Ediciones de 1998 y 2001)
16. P.E.R. (Plan 1997). Patrón de Embarcaciones de Recreo (Edición de 1998)
17. Patrón de Navegación Básica (Ediciones de 1998 y 2002)
19. Patrón de Recreo. Autorización federativa (Ediciones de 1998 y 2002)
20. Capitán de Yate (Ediciones de 1999, 2000 y 2001)
23. P.E.R. Patrón de Embarcaciones de Recreo (Edición de 2000 y 2003)
27. Patrón de Yate. Anexo normativo 2002-2003
28. Ejercicios de navegación costera

Edición:	1.º Enero 2006
Tirada:	1.000 ejemplares
©	Administración de la Comunidad Autónoma del País Vasco Departamento de Agricultura, Pesca y Alimentación
Internet:	www.euskadi.net
Edita:	Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco Donostia-San Sebastián, 1 - 01010 Vitoria-Gasteiz
Fotocomposición:	Rali, S.A. Particular de Costa, 8-10 - 48010 Bilbao
Impresión:	Estudios Gráficos Zure, S.A. Carretera Lutxana-Asua, 24A - Erandio-Goikoa (Bizkaia)
Fotografía de la cubierta:	José Luis Granados
ISBN:	84-457-2406-1
D.L.:	BI-175-06

Agradecimientos

Agradezco a mis amigos y compañeros Antonio Sánchez Guardamino, José Luis Granados y Pedro de Miguel, por su colaboración prestada, así como a Rafael Ketelhohn, Fredrik Holm, Miguel Ángel Ruiz Peláez, Ramón Baylina y Martín Azpiroz por la cesión de sus fotografías.

PRÓLOGO

¿La meteorología? ¡Pero si es muy fácil! Éste es el título de una obra que hace ya unos años intentó divulgar el conocimiento de esta ciencia que tanto influye en nuestra vida cotidiana.

En la actualidad, inconscientemente, muchísimos actos de nuestra vida están ligados a la evolución del tiempo. La actividad lúdica: un buen fin de semana previsto nos invita a viajar, la previsión de nieve fomenta el esquí y el mal tiempo anunciado nos invita a descansar tranquilamente el fin de semana en nuestras casas. No hablemos ya de las actividades profesionales como la aviación, la navegación marítima, la pesca o la agricultura, que se encuentran íntimamente relacionadas con una previsión acertada del tiempo, a corto plazo en muchos casos, y a largo plazo, en otros.

Hoy en día no hay nadie que no conozca el concepto de cambio climático, tan tergiversado y manipulado en muchas ocasiones, porque todos los meteorólogos y hombres de ciencia saben que el clima ha cambiado, cambia y cambiará con el transcurso de los siglos. Discutible sería si el efecto antrópico acelera o desvirtúa estos procesos naturales, pero ése es un tema que, en la actualidad, científicos y no científicos discuten con pasión.

Este libro de mi buen amigo y compañero de docencia, Ramón Fisure, podría titularse con la frase con la que he iniciado el prólogo, porque es sencillo y asequible a todo aquel que, sin gran preparación científica, sienta interés, o simplemente afición, por el mundo de la meteorología. Como es lógico, va dirigido fundamentalmente al mundo marino, con apartados exclusivos dirigidos a los fenómenos meteorológicos que afectan a los hombres del mar, como pueden ser las nieblas, borrascas y ciclones tan de moda en la actualidad.

Para finalizar, quiero transmitir al autor mi deseo de que, al iniciar una nueva etapa de su vida, siga profundizando en el estudio de la meteorología y climatología marina para que esta obra pueda ser el germen de otros estudios futuros que amplíen el conocimiento de fenómenos atmosféricos de interés para los hombres del mar.

JOSÉ IGNACIO ESPEL

ÍNDICE

1. La atmósfera	15
1.1. Composición	17
1.2. División de la atmósfera	18
1.3. Distribución térmica de la atmósfera	18
1.4. División de la atmósfera desde el punto de vista físico/químico	22
1.5. División de la atmósfera basada en su composición química	22
1.6. División de la atmósfera desde el punto de vista eléctrico	23
2. Balance térmico de la atmósfera	25
2.1. Temperatura de la atmósfera	27
2.2. Procesos de transmisión de calor	30
2.3. Calor latente	30
2.4. Calentamiento irregular de la atmósfera	31
2.5. Efecto invernadero	32
3. Temperatura	35
3.1. Introducción	37
3.2. Historia	37
3.3. Teoría cinética	38
3.4. Escalas termométricas	39
3.5. Escala absoluta	40
3.6. Termómetro estándar y temperatura absoluta	40
3.7. Medición de las temperaturas	41
3.8. Calor específico	44
3.9. Superficies y líneas isotermas	44
3.10. Causas de la irregularidad de las isotermas	44
3.11. Sensación térmica	46
4. Presión atmosférica	49
4.1. Introducción	51
4.2. Atmósfera estándar	52
4.3. Medida de la presión atmosférica	54
4.4. Instrumentos para medir la presión atmosférica	54

4.5.	Isobara	56
4.6.	Variación diaria de la presión barométrica (<i>marea barométrica</i>)	57
4.7.	Tendencia barométrica	57
4.8.	Amplitud barométrica	57
4.9.	Gradiente horizontal de presión	57
4.10.	Formas isobáricas principales	58
4.11.	Formas isobáricas secundarias	60
4.12.	Distribución de las presiones en la superficie de la tierra	61
4.13.	Presión y vientos de superficie a nivel del mar	62
5.	Humedad	65
5.1.	Introducción	67
5.2.	Cambios de estado del agua	68
5.3.	Evaporación y condensación	68
5.4.	Presión del vapor	70
5.5.	Variación diurna y anual de la humedad absoluta y de la relativa	72
5.6.	Instrumentos para medir la humedad	73
6.	Nubes, nieblas y visibilidad	77
6.1.	Nubes	79
6.2.	Nieblas	92
6.3.	Visibilidad	97
7.	Precipitaciones	101
7.1.	Formación de la lluvia	103
7.2.	Clasificación de las precipitaciones	104
7.3.	Formas tormentosas	107
8.	Fenómenos eléctricos, acústicos y ópticos	111
8.1.	Relámpagos, rayos y truenos	113
8.2.	La atmósfera como medio dispersor	116
9.	Viento	123
9.1.	Definición	125
9.2.	Modo de medir el viento (Escala de Beaufort)	125
9.3.	Componentes que intervienen en su formación	128
9.4.	Circulación de los vientos en las zonas de altas y bajas presiones	135
9.5.	Cálculo de la velocidad del viento	137
9.6.	Efectos del relieve terrestre en el viento	139
10.	Estabilidad	143
10.1.	Equilibrio	145
10.2.	Estabilidad en la atmósfera	146
10.3.	Criterios para determinar las condiciones de estabilidad de una masa de aire ..	149
10.4.	Diagrama aerológico (Diagrama de Stüve)	156
10.5.	Ejercicios	158

11. Circulación general atmosférica	161
11.1. Esquema de la circulación general atmosférica	163
11.2. Teoría moderna	167
11.3. Alisios	170
11.4. Vientos generales del oeste	171
11.5. Calmas ecuatoriales	171
11.6. Calmas tropicales	171
11.7. Vientos polares	172
11.8. Monzones	172
11.9. Vientos del Mediterráneo	173
12. Masas de aire	175
12.1. Definición y naturaleza	177
12.2. Características de las masas de aire	178
12.3. Clasificación de las masas de aire	181
13. Frentes	183
13.1. Características de los frentes	185
13.2. Clases de frentes	187
14. Frontogénesis	191
14.1. Frontogénesis	193
14.2. Borrascas ondulatorias	195
14.3. Reglas útiles para realizar un pronóstico	200
15. Relieve del campo isobárico	203
15.1. ISOHIPSAS (Topografías absolutas)	205
15.2. Influencia de la temperatura y la humedad en el relieve del campo isobárico	208
15.3. Topografías relativas	209
15.4. Viento térmico	210
16. Estructura de las borrascas y de los anticiclones	213
16.1. Borrascas frías	215
16.2. Borrascas cálidas	216
16.3. Anticiclones fríos	217
16.4. Anticiclones cálidos	218
16.5. Sistemas móviles	219
17. La superficie de 500 mb	223
17.1. La superficie de 500 mb	225
17.2. Ondas largas y ondas cortas	227
17.3. Ondas cortas y bajas en superficie	227
17.4. Conducta de las ondas cortas	229
17.5. Formas zonales (Zonal pattern)	232
17.6. Formas meridionales (Meridional pattern)	234

17.7. Situaciones de bloqueo (Blocking pattern)	235
17.8. Bajas cerradas (Cut-off lows)	236
18. Depresiones no frontales	239
18.1. Clasificación	241
18.2. Gota fría (Dana) (Cut-off low)	241
18.3. Borrasca térmica	244
18.4. Borrasca orográfica	244
18.5. Tornado	245
18.6. Tromba marina	246
19. Galernas	247
19.1. Introducción	249
19.2. Historia y características	250
20. Ciclones tropicales	257
20.1. Formación, trayectoria y ciclo de vida	259
20.2. Rol de la ITCZ en la generación de ciclones tropicales	260
20.3. Estructura de un ciclón tropical	266
20.4. Desarrollo de un ciclón tropical	268
20.5. Diferencias básicas entre los ciclones tropicales y las borrascas extratropicales	269
20.6. Regiones de formación de los ciclones	270
20.7. Trayectorias	270
20.8. Huracanes de Cabo Verde	272
20.9. Nombre de los ciclones	272
20.10. Semicírculo manejable y peligroso	273
20.11. Escala Saffir-Simpson	274
20.12. Determinación del cuadrante en el que se halla el buque	274
20.13. Determinación de la posición relativa del vórtice	274
20.14. Forma de maniobrar a los ciclones	275
20.15. Barco en el cuerpo de un ciclón (Maniobras)	276
20.16. Cartas y partes de ciclones	281
20.17. Ejercicios	284
21. Mapas meteorológicos	289
21.1. Mapas de superficie	291
21.2. Mapas de olas	296
21.3. Mapas de altura	299
21.4. Mapas del tiempo significativos	303
21.5. Mapas de temperaturas del agua del mar	306
21.6. Mapas de hielos	308
22. Navegación meteorológica	311
22.1. Antecedentes	313
22.2. Navegación climatológica (Climatic navigation)	314

22.3. Navegación sinóptica (Weather navigation)	314
22.4. Navegación meteorológica	314
22.5. Pilots Charts	318
22.6. Routing Charts	321
Anexo 1: Navegación meteorológica. Guía del usuario	325
Anexo 2: Ejemplo real de navegación meteorológica. Análisis después del viaje . .	341
23. Olas	345
23.1. Descripción de las olas	347
23.2. Características de las olas	350
23.3. Tipos de olas: mar de viento y mar de fondo	354
23.4. Cálculo de la altura de las olas	357
23.5. Análisis y previsión de la altura de las olas	359
24. Corrientes marinas	361
24.1. Definición y origen	363
24.2. Clasificación de las corrientes	363
24.3. Tipos de corrientes	364
24.4. Principales corrientes del mundo	368
25. El Niño (ENSO/ENOS)	383
25.1. El Niño. Oscilación del Sur	385
25.2. NAO. La oscilación del Atlántico Norte	393
26. Hielos	395
26.1. Clasificación y proceso de formación	397
26.2. Disposiciones del SOLAS sobre hielos	401
26.3. Terminología de hielos	404
Apéndice 1. Direcciones meteorológicas	413
Apéndice 2. Frecuencia y programación horaria de las Estaciones de Northwood y Hamburgo	419
Bibliografía	425