

COLECCIÓN ITSASO N.º 29

# METEOROLOGÍA Y OCEANOGRAFÍA

PATRONES  
Y CAPITANES DE YATE

RAMÓN FISURE LANZA



**EUSKO JAURLARITZA**



**GOBIERNO VASCO**

INGURUMEN, LURRALDE  
PLANGINTZA, NEKAZARITZA  
ETA ARRANTZA SAILA

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE,  
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL,  
AGRICULTURA Y PESCA



# METEOROLOGÍA Y OCEANOGRAFÍA

## Patrones y capitanes de yate

RAMÓN FISURE LANZA

**EUSKO JAURLARITZA**



**GOBIERNO VASCO**

INGURUMEN, LURRALDE,  
PLANGINTZA, NEKAZARITZA  
ETA ARRANTZA SAILA

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE,  
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL,  
AGRICULTURA Y PESCA

**Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia**

Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

Vitoria-Gasteiz, 2009

Lan honen bibliografía-erregistroa Eusko  
Jaurlarizako Liburutegi Nagusiaren katalogoan  
aurki daiteke:

Un registro bibliográfico de esta obra puede  
consultarse en el catálogo de la Biblioteca  
General del Gobierno Vasco:

<http://www.euskadi.net/ejgvbiblioteca>

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

28. Ejercicios de Navegación Costera
29. Meteorología y Oceanografía. Patrones y capitanes de yate
31. Patrón de yate
32. Autorización federativa para el gobierno de embarcaciones de recreo
33. Patrón para navegación básica
34. Capitán de yate
35. Patrón de embarcaciones de recreo

---

Edición:	1.ª Enero 2006
Reimpresión:	1.ª Julio 2009
Tirada:	1.500 ejemplares
©	Administración de la Comunidad Autónoma del País Vasco Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca
Internet:	<a href="http://www.euskadi.net">www.euskadi.net</a>
Edita:	Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco Donostia-San Sebastián, 1 - 01010 Vitoria-Gasteiz
Fotografías de cubierta y contracubierta:	Ramón Fisura Lanza.
Fotocomposición:	Rali, S.A. Particular de Costa, 8-10 - 48010 Bilbao
Impresión:	Gráficas Varona, S.A. c/ Newton, 22. Parc 55. Pol ind. El Montalvo I. 37008 Salamanca
ISBN:	978-84-457-2406-4
D.L.:	VI -374-2009

## **El autor**

Ramón Fisure Lanza es Capitán de la Marina Mercante y profesor de Navegación y Meteorología jubilado del Instituto Politécnico Marítimo Pesquero de Pasajes, actualmente llamado Itsasmendikoi Pasaia.

## **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

Por todos es conocido que en los tiempos pasados, el conocimiento de los vientos y las corrientes resultaban fundamentales para la navegación marítima, es evidente, las embarcaciones de entonces los utilizaban como único medio de propulsión. Avanzando en el tiempo la previsión meteorológica en la derrota a realizar nos aporta seguridad en la navegación y ahorro de combustible y tiempo.

Ramón lo sabía bien cuando en sus tiempos de Capitán, tomaba decisiones de rutas, en principio más largas en millas (Derrota ortodrómica o loxodrómica), pero que al final resultaban más seguras, cómodas y rápidas.

Siempre transmitió a sus alumnos como profesor de la asignatura de Meteorología, su experiencia, y también los avances tecnológicos, que permiten obtener previsiones del tiempo más fiables y con más antelación, pero sobre todo la posibilidad de disponer de recursos propios para interpretar y predecir el tiempo, y que en algunos casos pueden resultar determinantes para la seguridad de la embarcación y su tripulación.

Y para finalizar comentar que la previsión meteorológica es un tema de conversación habitual en nuestros días, en el que todos participamos con nuestras opiniones. Sirva también este libro, no solo como una herramienta para conseguir el título de mayores atribuciones dentro de la navegación de recreo, sino para aportar un punto de vista diferente, y un conocimiento más amplio del apasionante mundo de la mar, al que este nuevo Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca se siente especialmente vinculado.

JON AZKUE MANTEROLA  
Viceconsejero de Desarrollo Agrario y Pesquero  
del Gobierno Vasco



# ÍNDICE

<b>1. La atmósfera</b> .....	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
<b>2. Balance térmico de la atmósfera</b> .....	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
<b>3. Temperatura</b> .....	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
<b>4. Presión atmosférica</b> .....	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
<b>5.</b>	<b>Humedad</b> .....	<b>65</b>
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 diaria y anual de la humedad absoluta y de la relativa .....	72
5.6.	Instrumentos para medir la humedad .....	73
<b>6.</b>	<b>Nubes, nieblas y visibilidad</b> .....	<b>77</b>
6.1.	Nubes .....	79
6.2.	Nieblas .....	92
6.3.	Visibilidad .....	97
<b>7.</b>	<b>Precipitaciones</b> .....	<b>101</b>
7.1.	Formación de la lluvia .....	103
7.2.	Clasificación de las precipitaciones .....	104
7.3.	Formas tormentosas .....	107
<b>8.</b>	<b>Fenómenos eléctricos, acústicos y ópticos</b> .....	<b>111</b>
8.1.	Relámpagos, rayos y truenos .....	113
8.2.	La atmósfera como medio dispersor .....	116
<b>9.</b>	<b>Viento</b> .....	<b>123</b>
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
<b>10.</b>	<b>Estabilidad</b> .....	<b>143</b>
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

<b>11. Circulación general atmosférica</b> .....	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
<b>12. Masas de aire</b> .....	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
<b>13. Frentes</b> .....	183
13.1. Características de los frentes .....	185
13.2. Clases de frentes .....	187
<b>14. Frontogénesis</b> .....	191
14.1. Frontogénesis .....	193
14.2. Borrascas ondulatorias .....	195
14.3. Reglas útiles para realizar un pronóstico .....	200
<b>15. Relieve del campo isobárico</b> .....	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
<b>16. Estructura de las borrascas y de los anticiclones</b> .....	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
<b>17. La superficie de 500 mb</b> .....	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
17.9. Ciclogénesis y ciclogénesis explosiva .....	237
<b>18. Depresiones no frontales</b> .....	<b>239</b>
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
<b>19. Galernas</b> .....	<b>247</b>
19.1. Introducción .....	249
19.2. Historia y características .....	250
<b>20. Ciclones tropicales</b> .....	<b>257</b>
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 .....	267
20.4. Desarrollo de un ciclón tropical .....	268
20.5. Diferencias básicas entre los ciclones tropicales y las borrascas extratropicales .....	270
20.6. Regiones de formación de los ciclones .....	271
20.7. Trayectorias .....	271
20.8. Huracanes de Cabo Verde .....	272
20.9. Nombre de los ciclones .....	273
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 .....	275
20.13. Determinación de la posición relativa del vórtice .....	275
20.14. Forma de maniobrar a los ciclones .....	276
20.15. Barco en el cuerpo de un ciclón (Maniobras) .....	277
20.16. Cartas y partes de ciclones .....	282
20.17. Ejercicios .....	285
<b>21. Mapas meteorológicos</b> .....	<b>291</b>
21.1. Mapas de superficie .....	293
21.2. Mapas de olas .....	298
21.3. Mapas de altura .....	301
21.4. Mapas del tiempo significativos .....	305
21.5. Mapas de temperaturas del agua del mar .....	308
21.6. Mapas de hielos .....	310
<b>22. Navegación meteorológica</b> .....	<b>313</b>
22.1. Antecedentes .....	315

22.2. Navegación climatológica (Climatic navigation) .....	316
22.3. Navegación sinóptica (Weather navigation) .....	316
22.4. Navegación meteorológica .....	316
22.5. Pilots Charts .....	320
22.6. Routeing Charts .....	323
Anexo 1: Navegación meteorológica. Guía del usuario .....	327
Anexo 2: Ejemplo real de navegación meteorológica. Análisis después del viaje ..	343
<b>23. Olas</b> .....	<b>347</b>
23.1. Descripción de las olas .....	349
23.2. Características de las olas .....	352
23.3. Tipos de olas: mar de viento y mar de fondo .....	356
23.4. Cálculo de la altura de las olas .....	359
23.5. Análisis y previsión de la altura de las olas .....	361
<b>24. Corrientes marinas</b> .....	<b>363</b>
24.1. Definición y origen .....	365
24.2. Clasificación de las corrientes .....	365
24.3. Tipos de corrientes .....	366
24.4. Principales corrientes del mundo .....	370
<b>25. El Niño (ENSO/ENOS)</b> .....	<b>385</b>
25.1. El Niño. Oscilación del Sur .....	387
25.2. NAO. La oscilación del Atlántico Norte .....	395
<b>26. Hielos</b> .....	<b>397</b>
26.1. Clasificación y proceso de formación .....	399
26.2. Disposiciones del SOLAS sobre hielos .....	403
26.3. Terminología de hielos .....	406
<b>Apéndice 1. Direcciones meteorológicas</b> .....	<b>415</b>
<b>Apéndice 2. Frecuencia y programación horaria de las Estaciones de Northwood y Hamburgo</b> .....	<b>419</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>425</b>