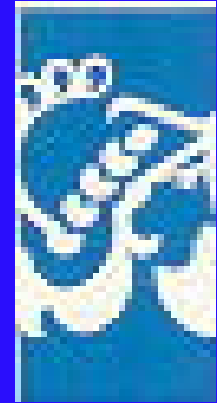




UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE INGENIERÍA



Implementación de Sistemas de Ayudas a la Navegación

CLASE 3

Contenidos de la clase

- Visibilidad de las A to N (factores involucrados)
- Alcance diurno
- Alcance nocturno
- Alcance geográfico
- Enfilaciones

Visibilidad de las A to N

Marca Visual:

“Es en términos genéricos un objeto natural o artificial, provisto de luz o no, utilizada para comunicar información a un observador capacitado que navega en un buque.

En términos más restringidos una “Ayuda visual a la navegación” es una Marca Visual construida especialmente para ese fin.

”

Visibilidad de las A to N (2)

Definición:

“Es la posibilidad de ver una marca visual, ya sea en forma diurna o nocturna”

Visibilidad de las A to N (3)

Factores involucrados:

- a. Distancia de Observación (alcance)
- b. Curvatura de la tierra
- c. **Refracción atmosférica**
- d. **Transmisividad atmosférica –Visibilidad meteorológica**
- e. Altura de la Ayuda a la Navegación sobre el nivel del mar
- f. Percepción visual del observador
- g. Altura del ojo del observador
- h. Condiciones de observación (día o noche)
- i. Características de la AtoN: claridad de la Ayuda, tamaño, forma, color, y reflectancia.
- j. **Contraste (iluminación del fondo)**
- k. Intensidad y característica de la luz de la señal (si la tuviera)
- l. Señal encendida o apagada (obviamente)

Transmisividad atmosférica:

“Es la proporción de luz de una fuente que permanece después de pasar a lo largo de una distancia específica a través de la atmósfera a nivel del mar”.

$$0,25 < T < 0,94$$

T = 0,5 atmósfera brumosa

T = 0,74 valor usual

T = 0,85 atmósfera clara

T : [m. N.]

A: [Km]

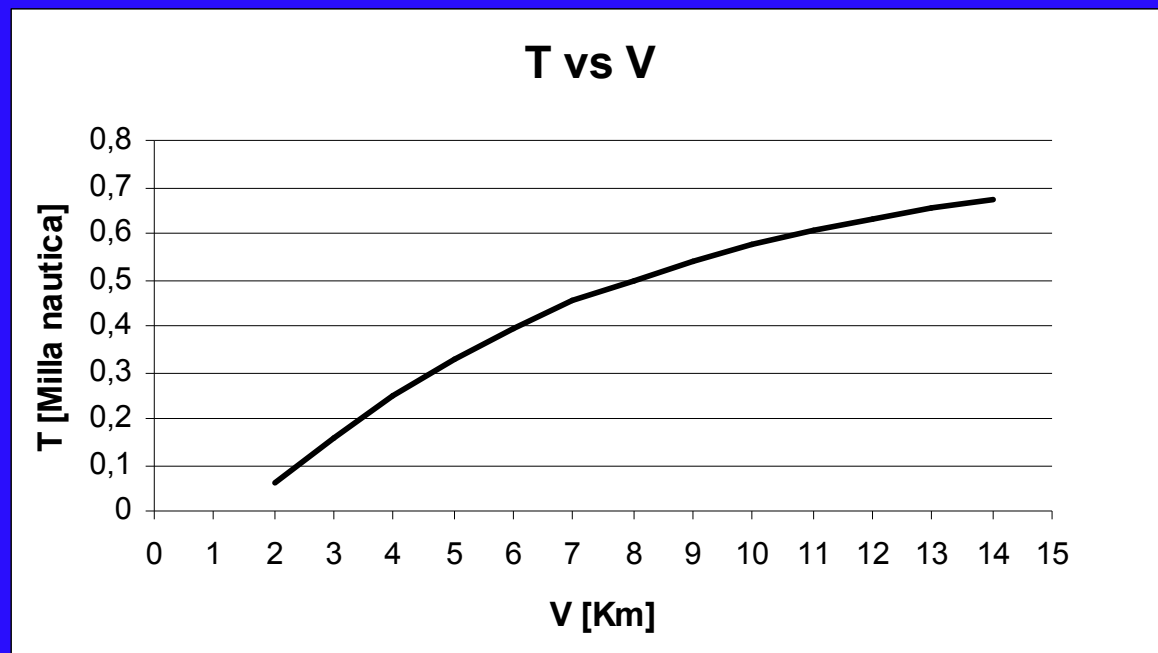
$$T = A^{1,852}$$

Visibilidad meteorológica:

La distancia “V” de visibilidad meteorológica es la mayor distancia a la que puede ser visto e identificado sobre el horizonte un determinado objeto negro de forma y dimensiones convenidas, siendo el umbral de contraste $C=0,05$ por convención.

“V” y “T” están relacionados de la siguiente forma:

$$T = 0,05 \quad 1/V$$



Refracción atmosférica

Contraste

“Es la aptitud del ojo humano para distinguir un objeto del fondo del que se proyecta”

“Es la capacidad de detectar diferencias de
“luminancia” [Cd/m^2] entre un objeto y un fondo
uniforme”

Contraste a corta distancia

$$C(0) = \frac{|L_0 - L_F|}{L_F}$$

$$C_C(0) = \frac{|L_A - L_C|}{L_C}$$

$$C_S(0) = \frac{|L_A - L_S|}{L_C}$$

$$L_S = 2,34 \beta' L_C$$

$$L_A = 3 \beta L_C (0,308 + 0,389 \beta')$$

β : factor de luminancia de la señal = f (colores), $0 < \beta < 1$

β' : factor de luminancia del suelo = f (tipo de suelo), $0,03 < \beta' < 1$

Contraste a a distancias grandes

$$C_c(x) = 0,05^{\frac{x}{V}} \cdot C_c(0)$$

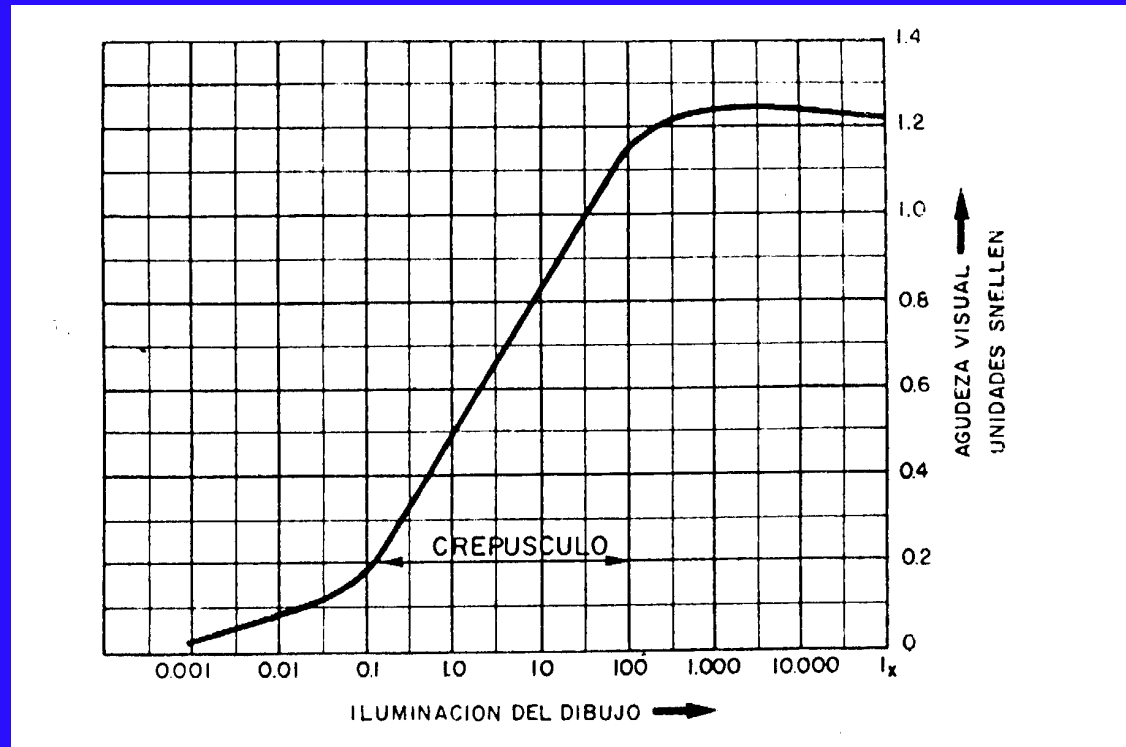
$$C_s(x) = 0,05^{\frac{x}{V}} \cdot C_s(0)$$

ALCANCE DIURNO

“Es la máxima distancia en la que el contraste de un objeto contra su fondo se reduce por la atmósfera al umbral de contraste del observador.”

Alcance visual con cielo claro

$$d = 0,291 \frac{X}{1/\delta}$$



d: dimensión mínima de la Ayuda a la Navegación

x: alcance visual

$1/\delta$: valor de agudeza visual en unidades Snellen

Alcance visual con cielo brumoso

En este caso si es necesario considerar “C” y “V”

$d = \sqrt{S}$ siendo S la superficie de la señal

La experiencia indica que para que una señal sea visible se deben cumplir dos condiciones:

- a) $C(x) > 0,05$
- b) El ángulo sólido de observación de la señal debe ser superior a un cierto valor límite que es función de la distancia “x” dado el contraste según:

$$\frac{d^2}{X^2} > \frac{0,038}{C_{(X)}}$$

Alcance visual con cielo brumoso

Combinando las ecuaciones de “C” y ángulo sólido

$$C_{(0)} \cdot 0,05^{\frac{x}{v}} \cdot \frac{d^2}{X^2} = 0,038$$

para $d/x < 1$ (d [m], x [Km])

$$C_{(0)} \cdot 0,05^{\frac{x}{v}} = 0,05$$

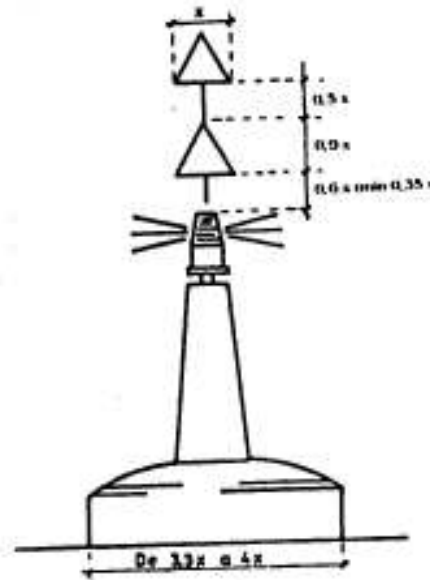
para $d/x > 1$ (d [m], x [Km])

ALCANCE DIURNO

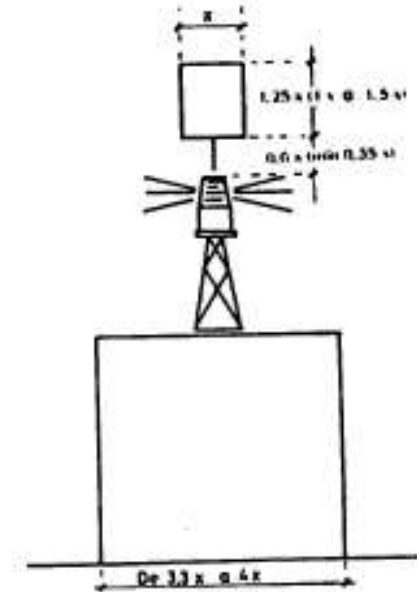
Método simplificado IALA

$$D = 500 \times d$$

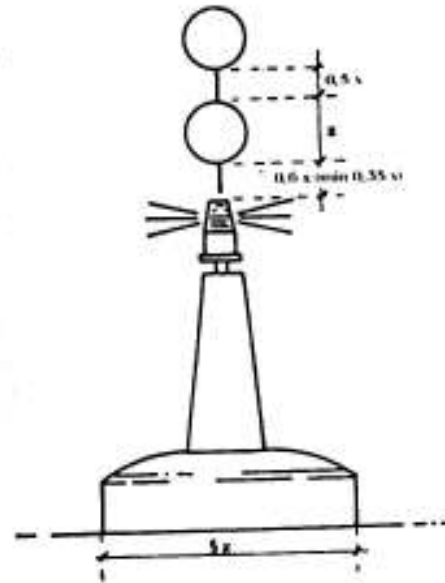
45



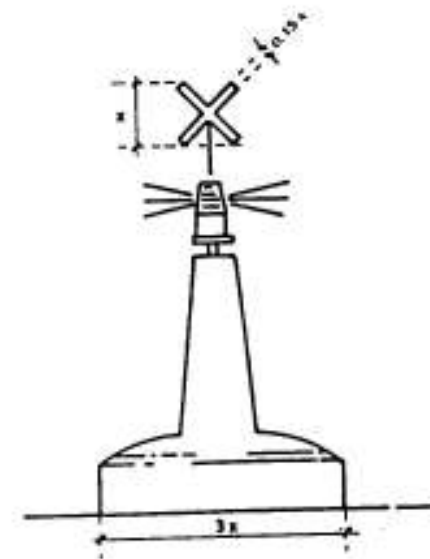
Cónica



Cilíndrica



Esférica



Cruz de San Andrés

ALCANCE NOCTURNO

“Es aquella distancia en la que el nivel de iluminación en un plano vertical normal a la dirección de la señal es igual al umbral inferior de percepción de la luz”

| | |
|--|----------------|
| IALA → $0,2 \cdot 10^{-6}$ lux (0,2 micro lux) | (nocturno) |
| $1 \cdot 10^{-3}$ lux (1 mililux). | (luz de fondo) |
| 1 microlux | (diurno) |

ALCANCE NOCTURNO

Fórmula de Allard

$$E_0 \cdot D^2 = I_c \cdot c^D$$

E_0 = Umbral de percepción de la luz [lux]

D : Alcance [m]

I_c : Intensidad de cálculo en candelas [Cd]

c : Coeficiente de transparencia atmosférica (por metro) del lugar

$$T = c^{1852}$$

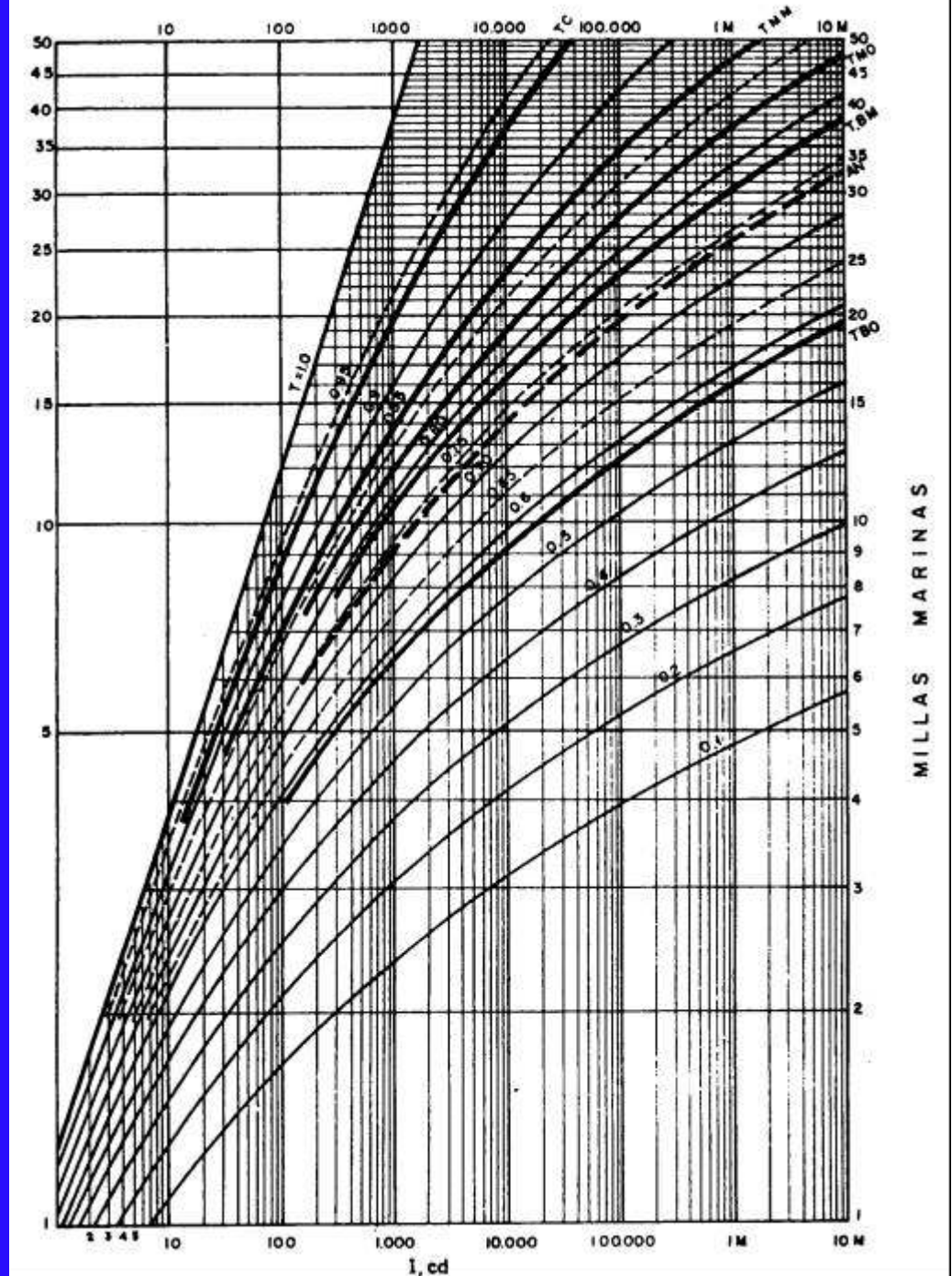
$$A = c^{1000}$$

(A [Km] ; T [milla])

ALCANCE NOCTURNO

Fórmula de Allard
para

$$E_0 = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ lux}$$



Alcance nominal nocturno:

“Es el alcance luminoso que se corresponde a una visibilidad meteorológica de 10 m.n., lo que equivale a un coeficiente de transmisión atmosférica de $T=0,74113$.”

Alcance nominal diurno:

“Es la distancia en millas náuticas a la que la luz (de la señal) presenta un nivel de iluminación sobre el ojo del observador de 1×10^{-3} lux en una atmósfera homogénea con visibilidad meteorológica de 10 m.n., lo que equivale a un coeficiente de transmisión atmosférica de $T=0,74113$.

Intensidad luminosa de cálculo

$$I_c = I_e \cdot \alpha_o \cdot \alpha_c$$

I_c : Intensidad de cálculo [Cd]

I_e : Intensidad efectiva [Cd]

α_o : coeficiente por eficiencia óptica de la linterna ($\alpha_o \sim 0,9$)

α_c : Coeficiente por pérdidas de filtro para pasar de luz blanca a luz de color

Para linternas de lámparas incandescentes: $\alpha_c \sim 0,3$ (color rojo o verde)

Para linternas de led (no hay filtros): $\alpha_c = 1$

Intensidad efectiva

$$I_e = I_0 \frac{\tau}{\frac{C}{F} + \tau}$$

I_0 : Intensidad de pico [Cd]

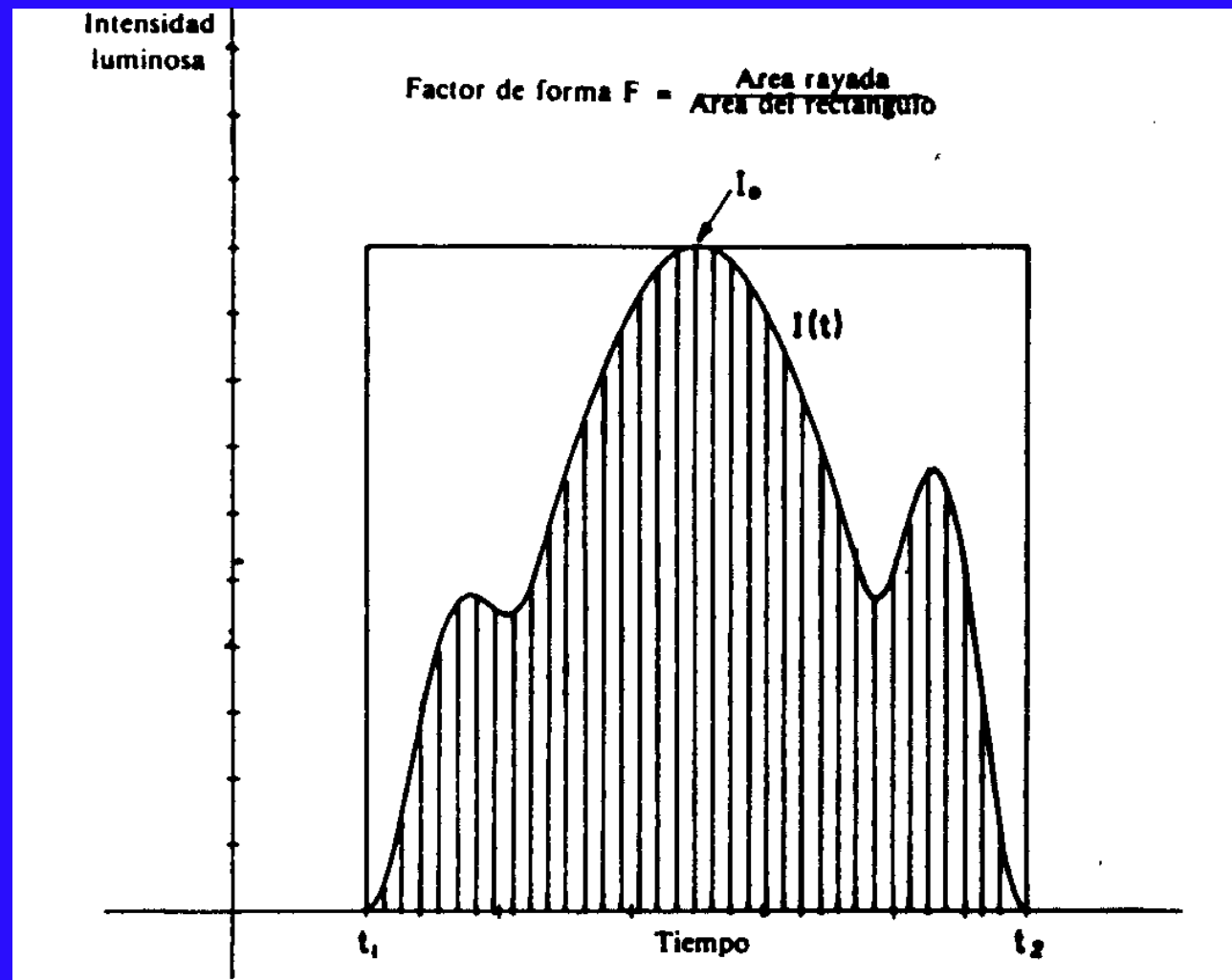
τ : Duración total del destello ($t_2 - t_1$) [seg]

C : Constante de tiempo de la visión. $C = 0,2$ seg (nocturno),
 $C = 0,1$ seg (diurno)



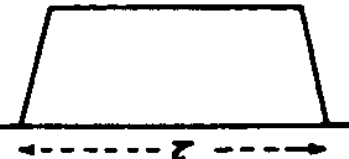
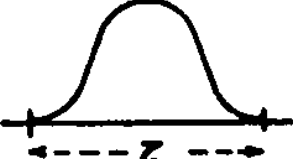
F : Factor de forma de Schmidt-Clausen

Factor de Schmidt-Clausen

$$F = \frac{\int_{t_1}^{t_2} I_{(t)} \cdot dt}{\tau}$$



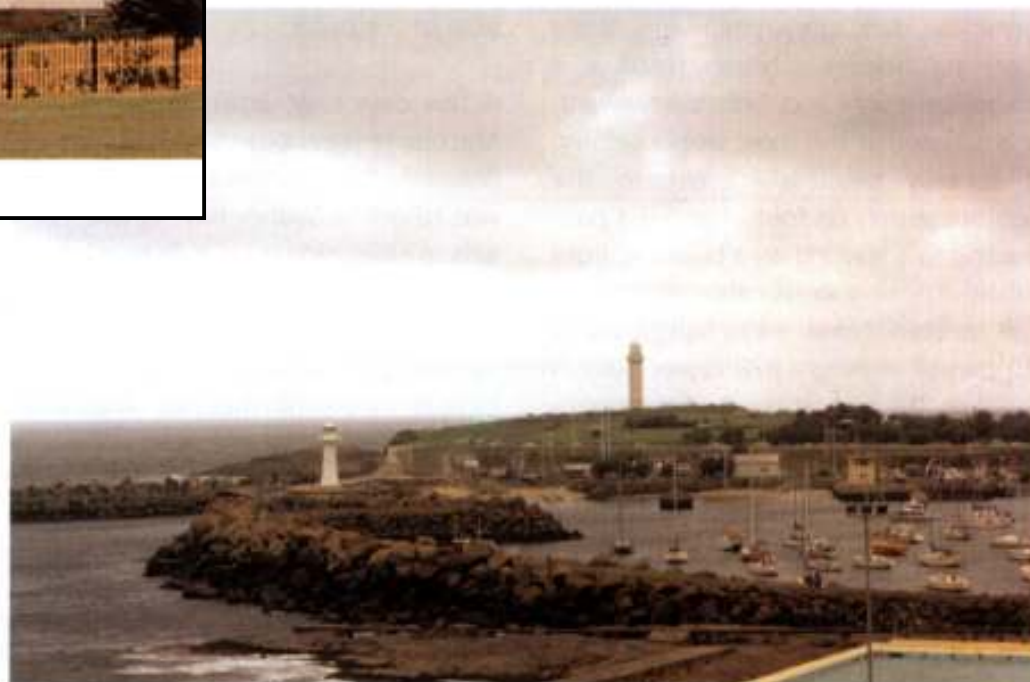
le / lo

| Duración del evento en segundos | Rectángular | | | Trapezoidal | | | | | | En seno cuadrado | | |
|---------------------------------------|---|---------|---------|--|---------|---------|---|---------|---------|---|---------|---------|
| |  | | |  | | |  | | |  | | |
| | Método | | | Método | | | Método | | | Método | | |
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| .001 | .004975 | .004968 | .004975 | .003736 | .003741 | .003731 | .004562 | .004572 | .004561 | .002494 | .002494 | .002488 |
| .002 | .009901 | .009930 | .009901 | .007444 | .007463 | .007426 | .009083 | .009121 | .009076 | .004975 | .004976 | .004952 |
| .005 | .02439 | .02460 | .02439 | .01840 | .01852 | .01829 | .02240 | .02263 | .02236 | .01235 | .01235 | .01221 |
| .01 | .04762 | .04877 | .04762 | .03614 | .03639 | .03573 | .04383 | .04471 | .04366 | .02439 | .02442 | .02388 |
| .02 | .08091 | .08516 | .08091 | .06077 | .07143 | .06829 | .08397 | .08726 | .08339 | .04762 | .04779 | .04583 |
| .05 | .2000 | .2212 | .2000 | .1579 | .1666 | .1511 | .1864 | .2031 | .1839 | .1111 | .1124 | .1028 |
| .1 | .3333 | .3933 | .3333 | .2727 | .2995 | .2534 | .3143 | .3628 | .3082 | .2000 | .2053 | .1774 |
| .2 | .5000 | .6321 | .5000 | .4000 | .4800 | .3744 | .4762 | .6001 | .4634 | .3333 | .3808 | .3030 |
| .5 | .7143 | .9179 | .7143 | .6322 | .8000 | .6000 | .6962 | .8889 | .6825 | .5556 | .6103 | .4553 |
| 1 | .8333 | .9933 | .8333 | .7895 | .9545 | .7387 | .8209 | .9874 | .8094 | .7143 | .7992 | .5880 |
| 2 | .9091 | - 1 | .9091 | .8824 | .9975 | .8435 | .9016 | .9998 | .8939 | .8333 | .9230 | .7044 |
| 5 | .9615 | - 1 | .9615 | .9494 | - 1 | .9283 | .9582 | - 1 | .9544 | .9239 | .9849 | .8208 |
| 10 | .9804 | - 1 | .9804 | .9740 | - 1 | .9622 | .9786 | - 1 | .9766 | .9615 | .9961 | .8810 |

ALCANCE GEOGRÁFICO



Macquarie lighthouse

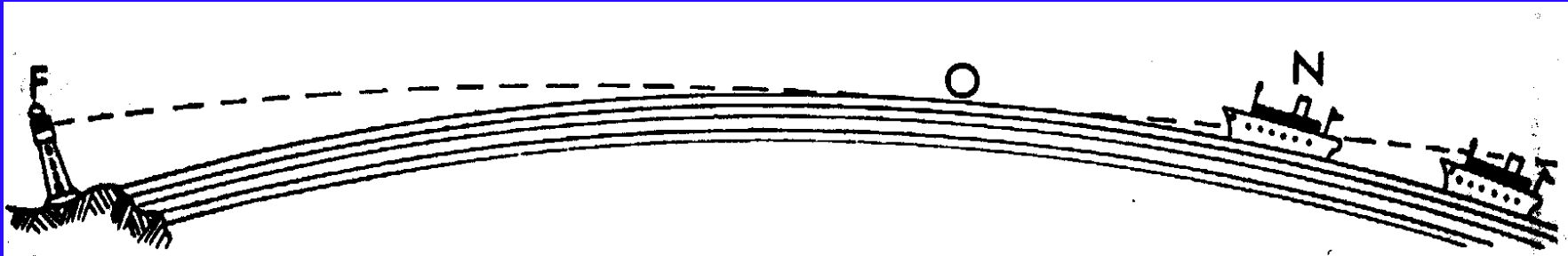


Wollongong lighthouse

ALCANCE GEOGRÁFICO

“Es la mayor distancia a la que un objeto o una luz puede ser vista bajo condiciones de perfecta visibilidad y limitada solamente por la curvatura de la tierra, la refracción de la atmósfera, la elevación del observador y el objeto o luz.”

ALCANCE GEOGRÁFICO



$$D = 1,927 (\sqrt{h} + \sqrt{H})$$

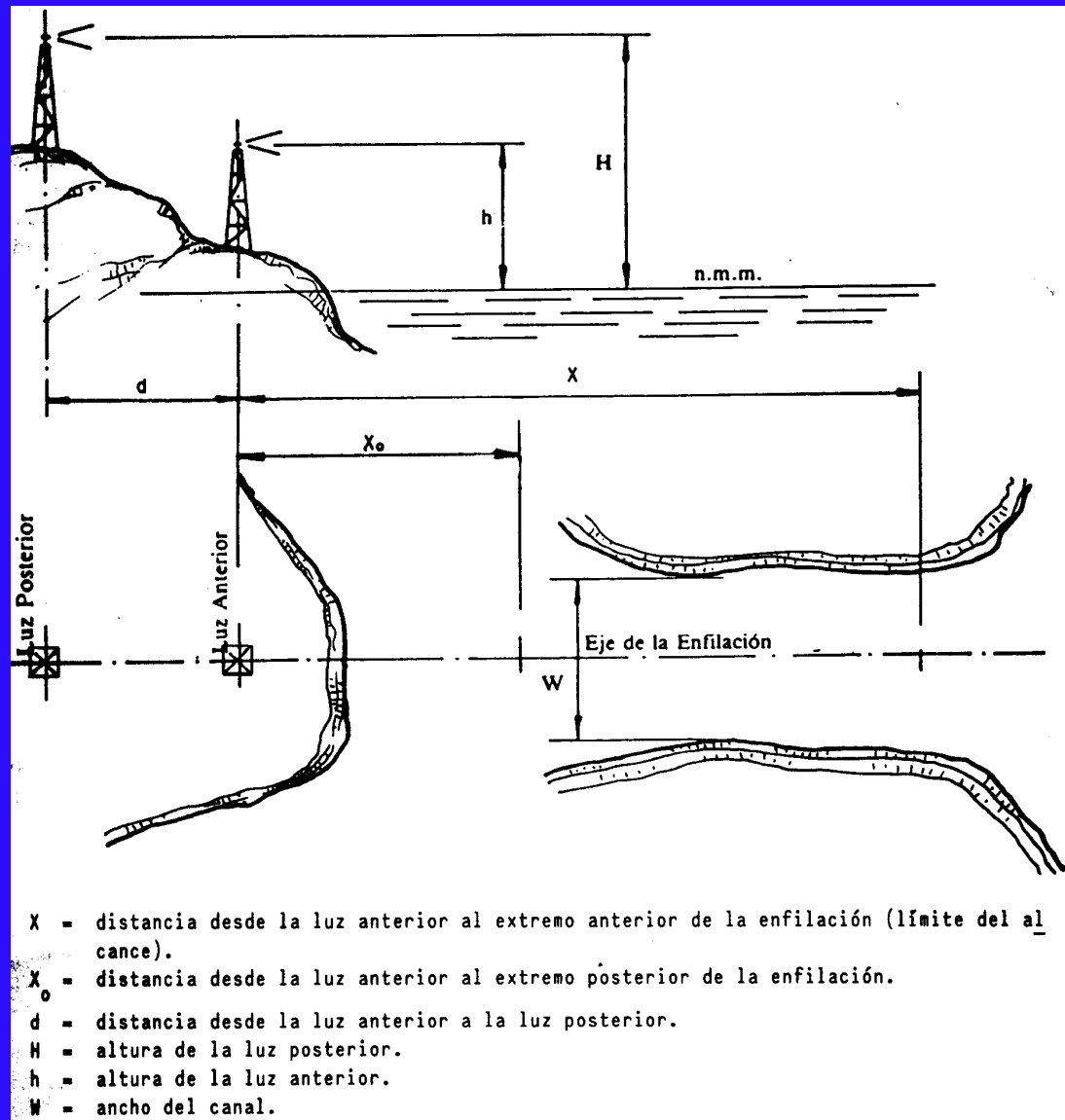
$$D = 2,03 (\sqrt{h} + \sqrt{H})$$

D [m.n] ; H [m]; h [m]

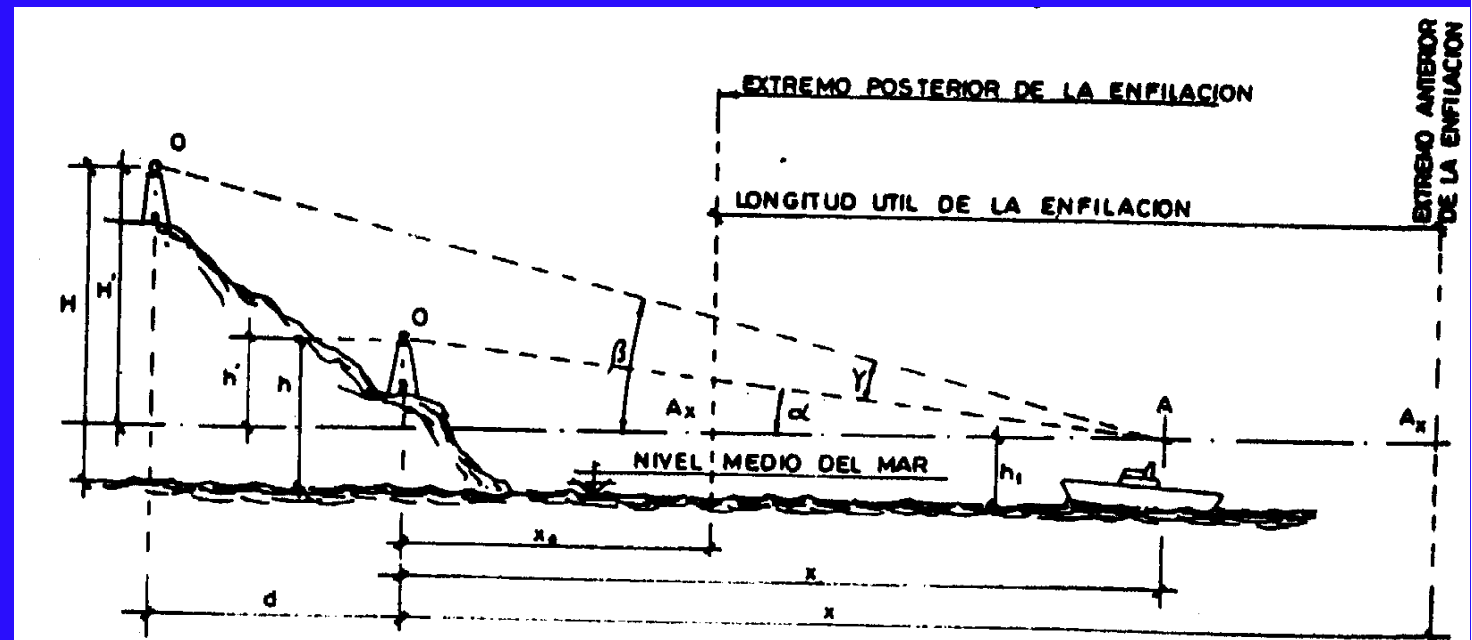
ALCANCE GEOGRÁFICO

| Alcance Geográfico en millas náuticas | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Altura del ojo del observador [m] | Elevación de la señal | | | | | | | | | | |
| | [m] | | | | | | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 | 50 | 100 | 200 | 300 |
| 1 | 2,0 | 4,1 | 4,9 | 5,5 | 6,1 | 6,6 | 8,4 | 16,4 | 22,3 | 30,7 | 37,2 |
| 2 | 2,9 | 4,9 | 5,7 | 6,4 | 6,9 | 7,4 | 9,3 | 17,2 | 23,2 | 31,6 | 38,0 |
| 5 | 4,5 | 6,6 | 7,4 | 8,1 | 8,6 | 9,1 | 11,0 | 18,9 | 24,8 | 33,2 | 39,7 |
| 10 | 6,4 | 8,4 | 9,3 | 9,9 | 10,5 | 11,0 | 12,8 | 20,8 | 26,7 | 35,1 | 41,6 |
| 20 | 9,1 | 11,1 | 11,9 | 12,6 | 13,1 | 13,6 | 15,5 | 23,4 | 29,4 | 37,8 | 44,2 |
| 30 | 11,1 | 13,1 | 14,0 | 14,6 | 15,2 | 15,7 | 17,5 | 25,5 | 31,4 | 39,8 | 46,3 |

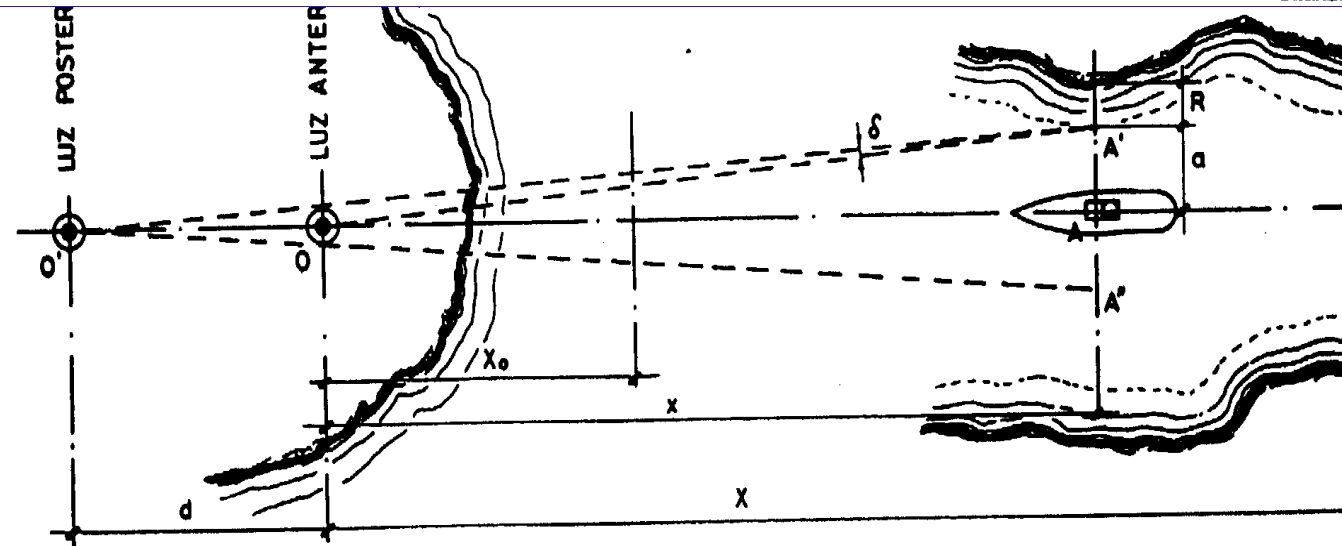
ENFILACIONES



ENFILACIONES



$$\delta = \gamma = \frac{1}{1000}$$



ENFILACIONES

$$d = K \cdot X \left(\frac{H - h}{W} \right)$$

$$H = \frac{X}{650} + h$$

K : Coeficiente de sensibilidad lateral (adimensional)

El resto de las magnitudes expresadas en [m].

ENFILACIONES

| K | Calidad de la enfilación | Observaciones |
|-----------|--------------------------|--|
| < 0,6 | Inutilizable | Debe ser mejorada |
| 0,6 a 1 | Mala | Debe ser mejorada |
| 1 a 1,5 | Regular | Debe ser mejorada si el gasto es pequeño |
| 1,5 a 2,5 | Buena | |
| 2,5 a 3,5 | Muy buena | |
| 3,5 a 4,5 | Excelente | |
| > 4,5 | Excesiva | La información es demasiado rápida |

BIBLIOGRAFÍA

- ❑• IALA Navguide Edition 4, Dec 2001
- ❑• Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Dirección General de Puertos y Costas (España), “Normas Técnicas sobre Obras e Instalaciones de Ayudas a la Navegación”- 1986.
- ❑• Página web: “La meteorología al alcance de todos” (Silvia Larocca).
http://www.geocities.com/silvia_larocca/
- ❑• Software de diseño de Ayudas a la Navegación “Lighthouse design 1.0”.
Página Web de la firma Sabik. <http://www.sabik.com/> →extranet (username: hidrovia; password: hidrovia)→ products → Software → Design Software.
- ❑• Página web Tideland : <http://www.tidelandsignal.com>
- ❑• Página web Tideland : <http://www.automaticpower.com>
- ❑• Página web Tideland : <http://www.vega.co.nz>