

2.6 Cálculo de las redes de enmalle y su aparejamiento

2.6.1 Dimensiones del paño de red y las relingas

Los paños de red utilizados en las redes de enmalle en su gran mayoría se construyen con hilo de Nylon monofilamento. Sus dimensiones están estandarizadas, así que los fardos estándar tienen una longitud con paño estirado de 50, 100, 200 y 500 metros y con una altura establecida por el número de mallas de 25, 50, 100, 150 y 200 mallas, el tamaño nominal de la malla, es decir el que aparece en las etiquetas que describen los paños se presenta en pulgadas, con una diferencia entre dos tamaños consecutivos que pueden ser de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y 1 pulgada. El tamaño mínimo de la malla utilizado en las redes de enmalle es de 50.1 mm utilizadas para la captura de camarón en bahías, mientras que la más grande es de 457 mm utilizada para la captura de tiburón en aguas oceánicas.

La longitud de las relingas de flotación y de lastre se puede determinar de acuerdo con las siguientes ecuaciones;

$$Lr = Lo \cdot E_1 \quad (2.9)$$

Donde Lo es la longitud del paño estirado de un fardo establecido por el fabricante, y E_1 es el coeficiente de encabalgado horizontal de la red,

El número de mallas de longitud (Nl) en un paño estándar de 100 m de longitud resulta de la división de la longitud del paño estirado entre el tamaño de la malla ($2a$), de esta manera,

$$Nl = \frac{Lo}{2a}, \quad (2.10)$$

o bien,

$$Nl = \frac{Lr}{2a \cdot E_1} \quad (2.11)$$

Para las redes que se construyen con relinga lateral, como en la mayoría de las redes de enmalle de fondo, su longitud se determina de acuerdo con

$$Lr = Nh \cdot 2a \cdot E_2 \quad (2.12)$$

Donde Nh es el número de mallas de altura del fardo y E_2 es un coeficiente de encabalgado vertical de la red.

2.6.2 Flotación y lastre

Entre mayor sean las fuerzas que estiran la red en el sentido vertical, mayor será la abertura vertical que la red adopte durante su trabajo de la red, sin embargo, para las redes de enmalle de fondo se debe tener cuidado de que la fuerza de flotación no produzca una tensión excesiva en las mallas. De

igual manera en el caso de las redes de enmalle de superficie se debe tener cuidado en no exceder el peso del lastre. El incremento en la carga en los hilos de las mallas puede conducir a una reducción en la captura, ya que a mayor tensión mayor vibración producen los hilos, que los peces pueden advertir mediante la línea lateral y escapar de la red antes de tener contacto con ella.

La fuerza de flotación total (F_{ft}), necesaria para una red de enmalle se puede determinar de acuerdo con la siguiente ecuación

$$F_{ft} = K_f \cdot G_{wr} \quad (2.13)$$

en donde G_{wr} es el peso de la red en el agua y K_f es un coeficiente de flotación cuyo valor fluctúa entre 3 y 9 (Tabla 2.10), el valor mínimo se utiliza en redes que capturan mediante el principio de enredamiento y los peces presentan menos actividad. Los valores más grandes se recomiendan en aguas con corrientes fuertes. El peso de la red en el agua se determina de acuerdo con la siguiente ecuación,

$$G_{wr} = G_{ap} \cdot K_{hp} \cdot G_{ar} \cdot K_{hr} \cdot G_{aen} \cdot K_{hen} \quad (2.14)$$

donde G_{ap} es el peso del paño en el aire, K_{hp} es el coeficiente de hundimiento del material del paño, G_{ar} es el peso de las relingas, K_{hr} es el coeficiente de hundimiento del material de las relingas, G_{aen} es el peso del material utilizado en el encabalgado, K_{hen} es el coeficiente de hundimiento del material de encabalgado.

Los coeficientes de hundimiento para distintos materiales se pueden encontrar de acuerdo con la siguiente ecuación

$$K_h = \frac{\gamma - \gamma_w}{\gamma} \quad (2.15)$$

en donde γ es el peso específico del material en Kg/m^3 y γ_w es el peso específico del agua. En caso de agua de mar, se toma con un valor promedio de 1025 Kg/m^3

El valor de los coeficientes de hundimiento para distintos materiales utilizados como lastre en las redes de enmalle, se presenta en la Tabla 2.8.

Los coeficientes de flotación recomendados para diferentes tipos de redes se presentan en la Tabla 3.4 de acuerdo con los resultados del análisis de las redes de enmalle de uso comercial en diferentes partes del mundo.

Por otra parte, J. Prado (1990), recomienda los valores de flotabilidad unitaria que se presentan en la tabla 2.9 de acuerdo con las diferentes formas de operación de la red.

Tabla 2.8 Coeficiente de hundimiento específico para distintos materiales

Material	Peso específico Kgf/m ³	Hundimiento específico Con $\gamma_w = 1,025$ Kgf/m ³	Pérdida de peso en el agua (%)
Plomo	11,300	0.91	9
Acero	7,800 – 7,850	0.855 – 0.857	14.5 – 14.3
Acero fundido	7,250	0.845	15.5
Piedra	2,600 – 2,700	0.567 – 0.583	43.3 – 41.7
Concreto	3,000 – 3,150	0.625 – 0.643	37.5 – 35.7

Tabla 2.9 Flotabilidad unitaria para diferentes tipos y formas de empleo de redes de enmalle (J. Prado 1988)

Fuerza de flotación unitaria (g/m)				
De superficie	De media agua*	De fondo	Trasmallos	De cerco
100 -160	50 - 80	100 - 200	40 - 80	600 - 1500
*La fuerza de flotación unitaria puede ser igual a la el peso de la red + el peso del lastre en el agua				

Tabla 2.10 Coeficientes de flotación recomendados para diferentes tipos de redes de enmalle

Tipo de red	Coefficiente de Flotación K_f
Fijas	
de fondo	3.0 - 6.0
de media agua	5.0 - 8.0
de superficie	6.0 - 9.0
De deriva	
Sin línea madre	1.0
De Cerco	
	6.0 - 9.0

En cuanto a la fuerza de flotación necesaria para las boyas de reinal que se utilizan en las redes de enmalle fijas y fluviales, fluctúa entre 4.0 y 8.0 veces el peso de la red en el agua, mientras que para

las redes de enmalle de deriva la fuerza de flotación de cada boya es hasta de 20 veces el peso de la red en el agua. Mientras que J. Prado (1990), recomienda una flotación unitaria de 50 a 120 g/m.

La fuerza de hundimiento necesaria para la relinga inferior en las redes de enmalle se puede determinar de acuerdo con la siguiente ecuación

$$G_{wl} = K_l \cdot Fft \quad , \quad (2.16)$$

donde G_{wl} es el peso del lastre en el agua necesario para la relinga inferior, K_l es un coeficiente de lastre cuyos valores se presentan en la Tabla 2.11. Para determinar el peso del lastre en el aire, es necesario dividir el peso del lastre en el agua entre el coeficiente de hundimiento específico del material seleccionado como lastre.

Tabla (2.11) Coeficientes de lastre recomendados para diferentes tipos de redes de enmalle

Tipo de Red	Coeficiente de Lastre (K_l)
Redes Fijas	
De fondo	1.25 - 1.50
de media agua (cercana al fondo)	0.65 - 0.75
de media agua (cercana a la superficie)	1.10 - 1.20
de superficie	0.30 - 0.40
De Deriva	
sin línea madre	1.0
De Cerco	
	1.0 - 1.20

De acuerdo con J. Prado (1990), los valores del peso del lastre unitario para diferentes tipos y formas de operación de redes de enmalle son los que se presentan en la tabla (2.12)

Tabla (2.12) Lastre unitario para diferentes tipos y formas de empleo de redes de enmalle (J. Prado 1988)

Peso del lastre unitaria (g/m)				
De superficie	De media agua	De fondo	Trasmallos	De cerco
50 - 80	30 - 80	250 - 400	120 - 250	300 - 1000

2.6.2.1 Cantidad de flotadores y plomos

Cuando se selecciona el número de flotadores en las redes de enmalle se prefiere que la cantidad de estos sea grande y de un tamaño pequeño, en lugar de que pocos flotadores de un tamaño grande. Cuando se tienen pocos flotadores, la pérdida de área de trabajo de la red entre flotadores es mayor, debido a la forma aproximada de parábola que adopta la relinga entre flotadores (Figura 2.21), con base en lo anterior, Fridman (1973) recomienda que el tamaño del flotador ideal se debe seleccionar de tal manera que, la distancia (S) entre estos sea determinada de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$S = 7.7 \cdot \beta \cdot Hr \quad (2.17)$$

Donde Hr es la altura de la red encabalgada, β es un coeficiente de pérdida del área total de la red encabalgada, así que si se considera una pérdida de área del 10%, el coeficiente tendrá un valor igual a 0.1, y

$$S = 0.77 \cdot Hr \quad (2.18)$$

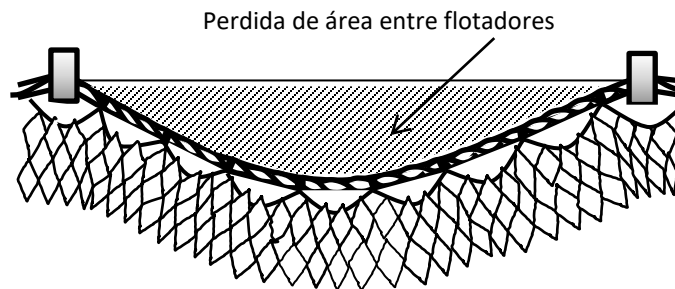


Figura 2.22 Forma que asume la relinga superior de una red de enmalle entre dos flotadores

2.6.3 Sistema de fondeo con embarcaciones menores

El sistema de fondeo consiste en los elementos del aparejamiento utilizados para mantener la red en la posición de trabajo requerida, y consta de los siguientes elementos: boyas localización, cabo de fondeo (bajante), bridas o tirantes y anclas figura. Los bajantes, regularmente se construyen con el mismo tipo de material que el que se utiliza en las relingas, y con un grosor ligeramente mayor o igual que el utilizado en las relingas.

Las boyas de localización que se utilizan en la pesca artesanal son construidas por los pescadores, para ello utilizan dos flotadores reciclados de las redes de cerco atuneras, una vara, lastre de cemento y un banderín en la parte superior y luz intermitente (figura 2.23). El Servicio para la Tecnología Pesquera de la FAO (1996) recomienda todo tipo de indicador de posición de artes de pesca deberá ser; lo más conspicuo posible en horas de luz de día a una distancia de por lo menos 2 millas marinas, llevar luces con características que no se confundan con las utilizadas para la marcación de la navegación, y que sean visibles al menos a 2 millas marinas, que cuenten con reflectores de radar y banderas de material a prueba de agua con un color fluorescente. Para el caso específico de boyarines de marcación, estos deberán tener las siguientes características;

La parte de la vara que sobresale de la superficie debe ser por lo menos de 2 m

Las dimensiones de las banderas no deberán ser menores de 25 cm de altura por 35 cm de ancho, pero no deberán ser muy grandes ya que podría afectar la verticalidad del boyarín con vientos muy fuertes. Algunas alternativas de los diferentes tipos de boyarines de posición se presentan en la Figura (2.23).

El sistema de fondeo en las redes de enmalle varía de acuerdo con sus diferentes alternativas de empleo: estas pueden ser fijas o la deriva; en contacto con el lecho marino, a media agua o en la superficie.

Para el caso de las redes de enmalle fijas, el cabo de fondeo que conecta a la boya de posición con el ancla, se construyen con cabos de polipropileno con diámetros de 6 a 10 mm, con una longitud de entre 1.5 a 2 veces la profundidad de la zona de fijación.

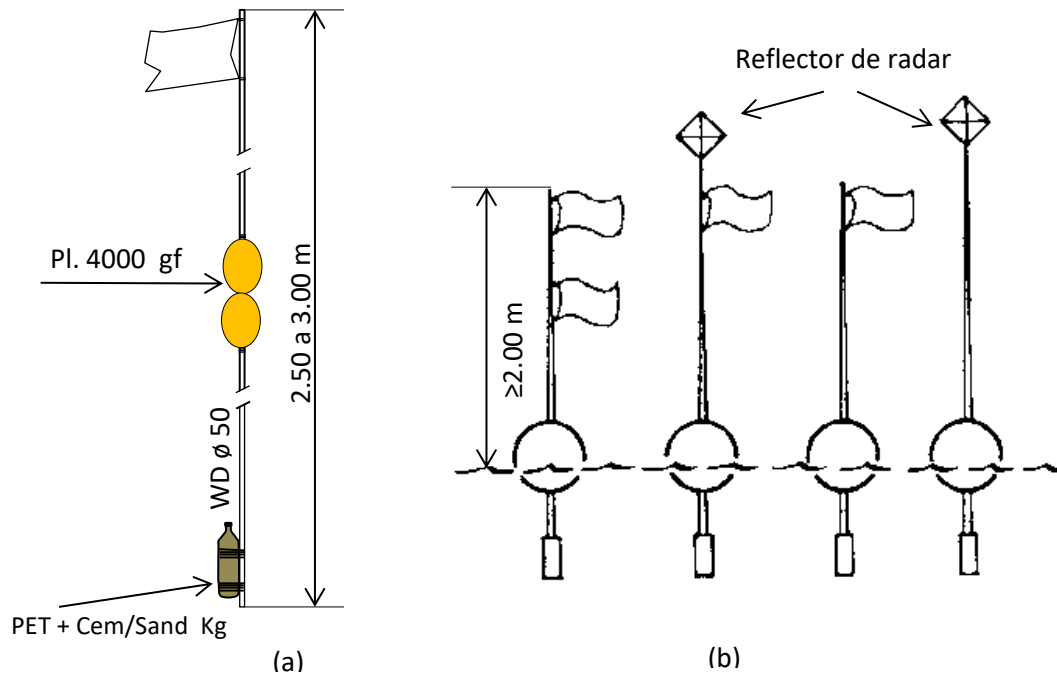


Figura 2.23 Alternativas de construcción de boyas de posición, a) boyarín utilizado por los pescadores, b) recomendaciones de FAO.

Las redes de enmalle de fondo generalmente operan en forma fija en contacto con el fondo (Figura 2.24), o sobre el fondo (figura 2.25 a, c), pero también pueden operar a la deriva (Figura 2.26). Cuando se instalan de forma fija, los extremos de las relingas llevan tirantes o calones, mientras que cuando trabajan a la deriva solo se requiere del cabo de fondeo que va unido en cada extremo de la relinga superior con el boyarín de posición.

La longitud de tirantes para el fondeo de las redes de enmalle de fondo se determina de acuerdo con el esquema que se presenta en la Figura 2.27. Donde la longitud del tirante para la relinga superior superior (Lts) se hace de 3 - 4 veces mayor que la altura de la red encabalgada (o la longitud de la relinga lateral). La longitud del tirante inferior (Lti) es más corto que el tirante superior en un 2 a un 4%, la pata, es una extensión del tirante inferior (Ltp), y tiene una longitud aproximadamente igual a la mitad de la longitud de este.

Cuando las redes de enmalle se operan sobre o cerca, de fondos rocosos, o donde hay barcos hundidos, la relinga inferior no debe tocar el lecho marino, para evitarlo llevan orinques conectados con anillas o a una línea madre (Figura 2.25 a y b). los orinques que conectan la red con las anillas se

construyen con un material frágil, que podría ser de fibra natural o una combinación con material sintético.

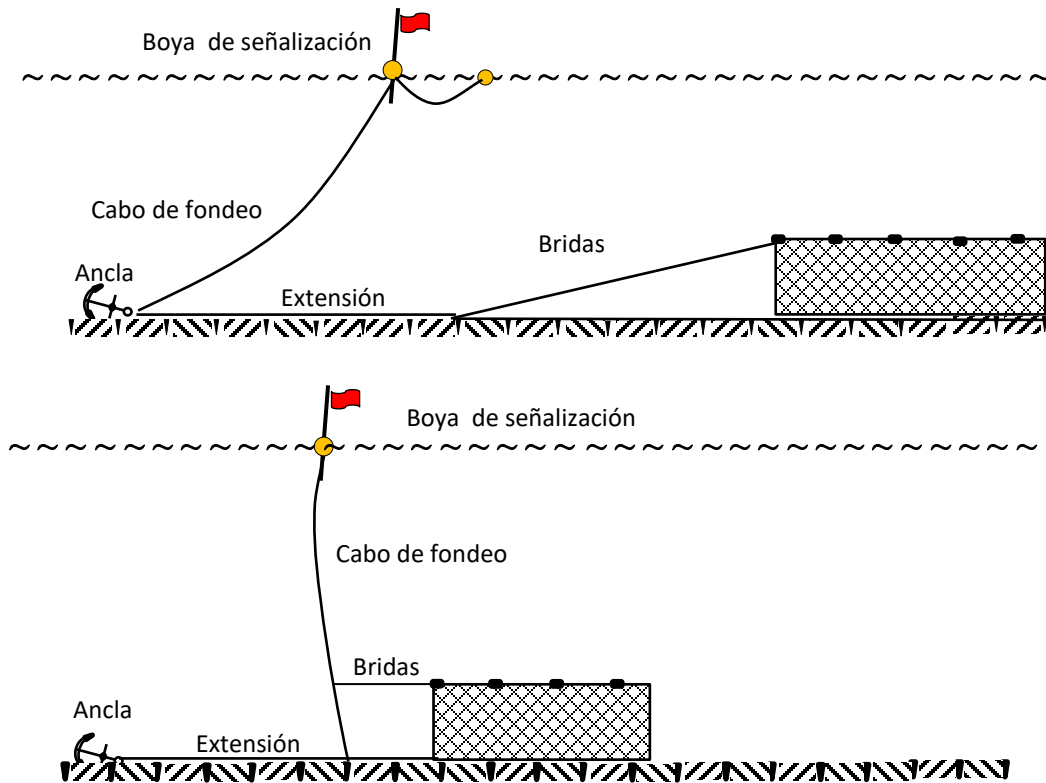
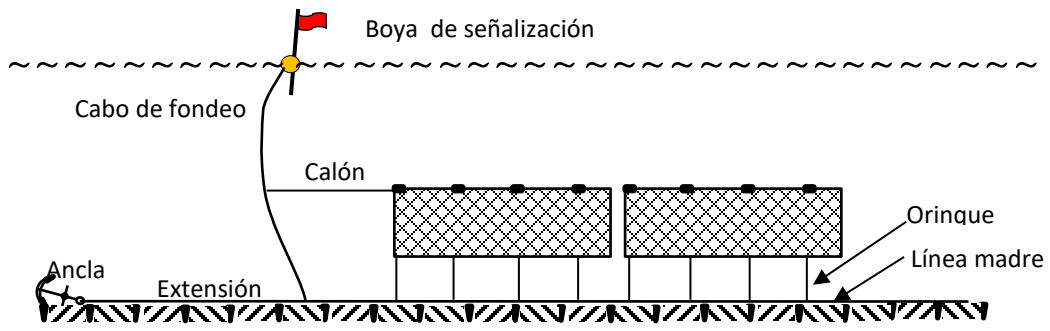
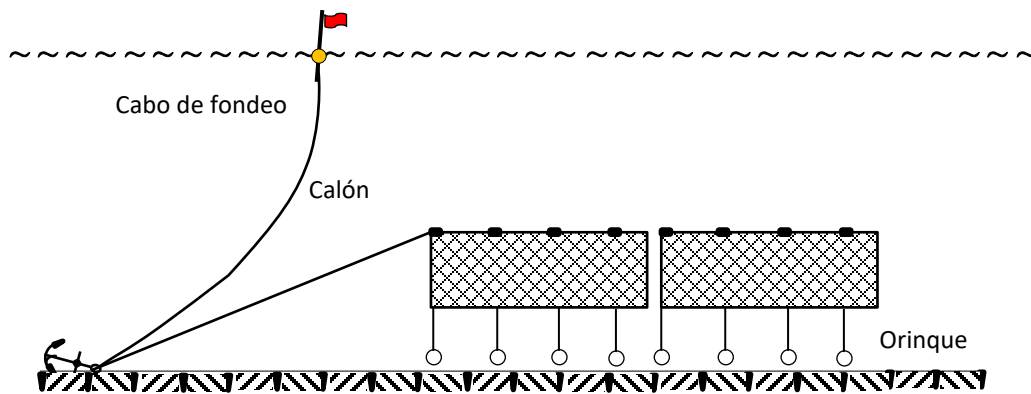


Figura 2.24. Alternativas para el sistema de fondeo de las redes de enmalle fijas en contacto con el fondo.



(a) Red de enmalle de fondo con línea madre inferior



(b) Red de enmalle con anillas

Figura 2.25. Alternativas para el fondeo de las redes de enmalle que operan sobre el fondo.

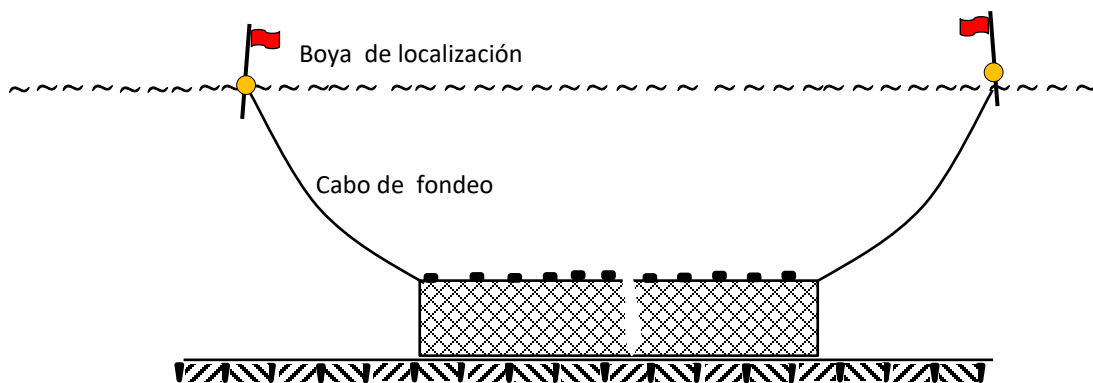


Figura 2.26 Sistema de operación para red de enmalle de fondo a la deriva

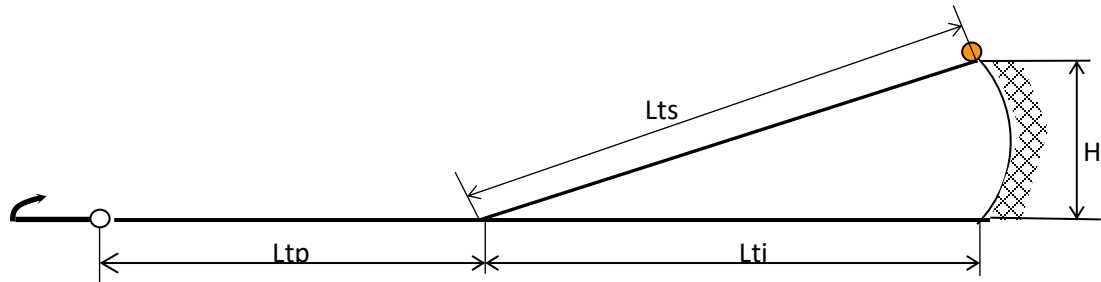


Figura 2.27 Esquema para el cálculo de la longitud de los tirantes para fijar las redes de enmalle de fondo.

Las redes de enmalle a la deriva, generalmente operan en la superficie o muy cerca de esta, cuando se operan por debajo de la superficie se les conoce como de media agua. El cabo guía para el fondeo de las redes de deriva, tiene una longitud que varía de acuerdo con la profundidad de operación de la red, y su grosor debe asegurar una resistencia que soporte las cargas que se producen con el viento durante la deriva. La longitud del cabo guía debe ser la suficiente para que la embarcación se mantenga a una distancia de la red, de tal manera que el extremo más próximo a la embarcación permanezca estable en la superficie del agua, en condiciones normales de operación.

La longitud de las bridas en las redes de enmalle de superficie tienen una longitud igual o mayor a la altura de la red encabalgada. En la pesca artesanal con embarcaciones menores, cuando el sistema de fondeo utiliza la forma sencilla (Figura 2.27 a), con redes de 500 a 600 m de relinga superior, la longitud del cabo guía que se larga tiene una longitud de entre 10.00 y 18.00 m y con un diámetro igual o un poco mayor que el de la relinga.

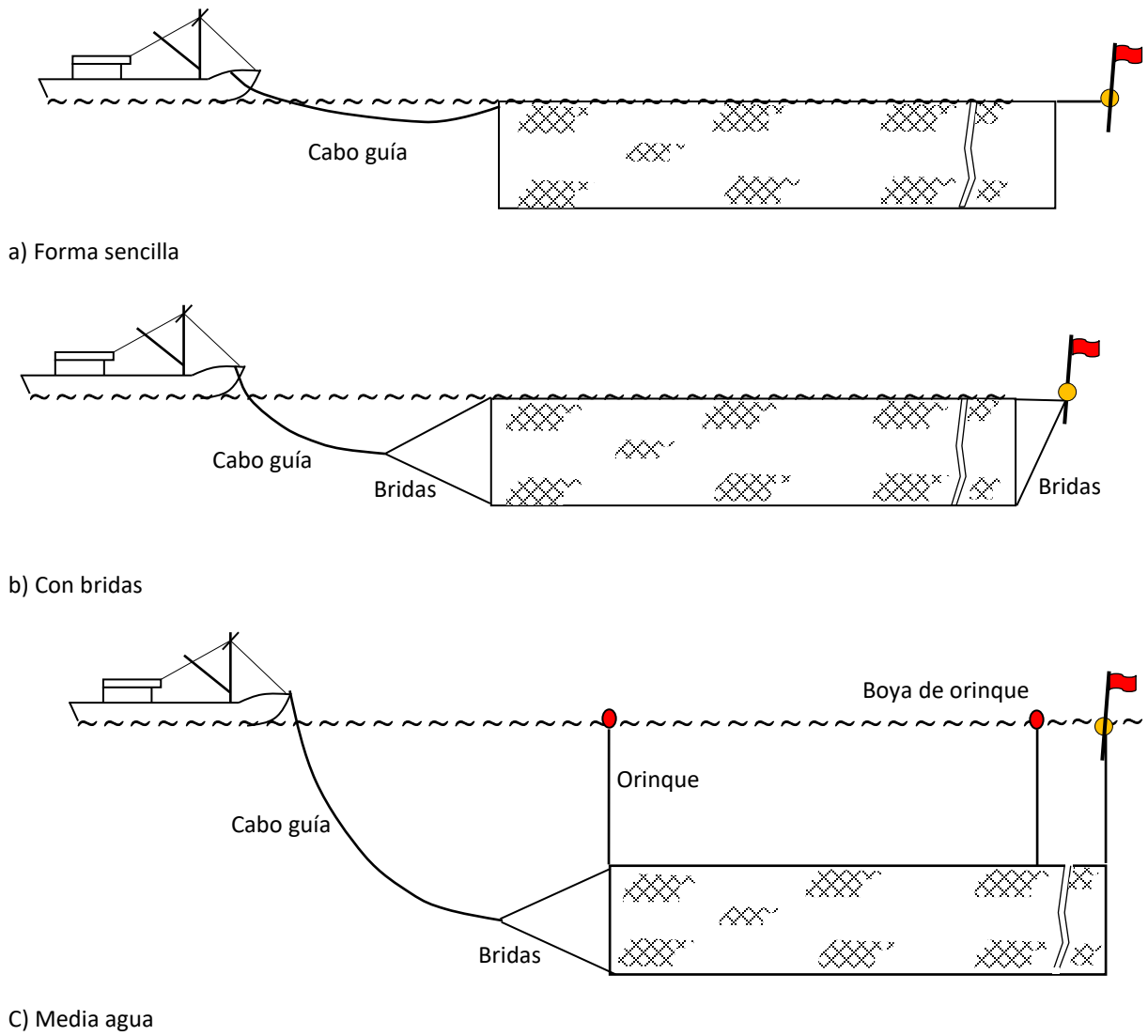


Figura 2.28. Alternativas para el sistema de fondeo de las redes de enmalle de superficie y media agua