



GUÍA DE LA IALA

1047

METODOLOGÍA PARA LA COMPARACIÓN DE COSTES ENTRE LAS TECNOLOGÍAS DE BOYAS

Edición 1.0

Diciembre de 2005



Puertos del Estado



REVISIÓN DEL DOCUMENTO

Las revisiones realizadas a este documento de la IALA se anotarán en la siguiente tabla antes de la puesta en circulación de un documento revisado.

Fecha	Página / Apartado revisado	Motivo de revisión

La revisión de la traducción de este documento ha sido realizada por el grupo de trabajo de Puertos del Estado en el que han participado:

*Luis Martínez (Autoridad Portuaria de Vigo);
Enrique Abati (Autoridad Portuaria de Marín);
Juan Manuel Vidal (Autoridad Portuaria de Gijón);
Carlos Calvo (Autoridad Portuaria de Santander);
Cristina García-Capelo (Autoridad Portuaria de Bilbao);
José Luis Núñez (Autoridad Portuaria de Pasajes);
Juan Antonio Torres (Autoridad Portuaria de Huelva);*

*Septimio Andrés (Autoridad Portuaria de Sevilla);
Germán Gamarro (Autoridad Portuaria de Algeciras);
Santiago Tortosa (Autoridad Portuaria de Ceuta);
Jaime Arenas (Autoridad Portuaria de Baleares);
Antonio Cebrián y Guillermo Segador (Autoridad Portuaria de Barcelona);
José Carlos Díez (Puertos del Estado).*

Coordinación de la edición en español y edición final:

José Carlos Díez (Puertos del Estado)

NOTA: Puertos del Estado no se responsabiliza de los errores de interpretación que puedan producirse por terceros en el uso del contenido de este documento, que corresponde a una traducción del documento original de la Asociación Internacional de Ayudas a la Navegación Marítima y Autoridades de Faros (IALA) denominado según aparece en la carátula.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. ANTECEDENTES.....	5
1.1. Ámbito de aplicación	5
2. EJEMPLOS DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE BOYA	5
3. PUNTOS PRINCIPALES A CONSIDERAR.....	5
3.1. Infraestructura existente	6
3.2. Señal marítima.....	6
3.3. Condiciones de servicio	6
3.4. Condiciones locales.....	6
3.5. Consideraciones medioambientales.....	6
3.6. Intervalos de mantenimiento	6
3.7. Costes de adquisición	7
3.8. Costes de mantenimiento.....	7
3.9. Utilización de contratistas	7
4. ANÁLISIS FINANCIERO Y EL MÉTODO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN)	7
5. EJEMPLOS.....	8
5.1. Ejemplo 1 – AMSA, Australia	8
5.1.1. Escenarios a analizar.....	8
5.1.2. Suposiciones básicas.....	9
5.1.3. Periodo de tiempo.....	9
5.1.4. Cálculo de los costes iniciales de sustitución.....	9
5.1.5. Cálculo de los costes de mantenimiento	9
5.1.6. Cálculo del VAN	9
5.1.7. Comparación del VAN de cada escenario	9
5.2. Ejemplo 2 - JCG, Japón	11
6. DEFINICIONES.....	14
7. ACRÓNIMOS.....	14

Índice de tablas

<i>Tabla 1</i>	<i>Ejemplo de hoja de cálculo</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 2</i>	<i>Boyas luminosas del tipo L-L-1, L-2 y L-3</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 3</i>	<i>Balizas resilientes iluminadas del tipo R-1, R-2 y R-3</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 4</i>	<i>Comparación del coste total (media anual) entre boyas luminosas y boyas articuladas luminosas.....</i>	<i>14</i>



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de Figuras

<i>Figura 1</i>	<i>Sustitución de boyas luminosas por boyas articuladas luminosas</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2</i>	<i>Comparación de costes entre boyas luminosas y boyas articuladas luminosas.....</i>	<i>14</i>

1. ANTECEDENTES

Los servicios de ayuda a la navegación tienen que afrontar la elección entre tecnologías de boyas, ya que emplean distintos materiales y métodos de fabricación. Un cambio de tecnología de boya podría permitir a un servicio reducir sus costes de explotación. Sin embargo, se tendrá que extremar la precaución al tomar la decisión de cambiar una tecnología de boya existente por otra diferente.

1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este documento expone ciertos puntos que deberían ayudar en la toma de decisiones y recomienda el uso del análisis del valor actual neto (VAN) para realizar la evaluación financiera.

2. EJEMPLOS DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE BOYA

En la fabricación de boyas como ayudas a la navegación flotantes, se emplean diversos materiales, tales como:

- El acero;
- El aluminio;
- Plásticos de diversos tipos (véase la Guía 1006 de la IALA sobre las Boyas de plástico).

Dichos materiales pueden utilizarse solos y también combinados para fabricar boyas que aúnen los beneficios de los diferentes materiales, como, por ejemplo:

- Casco de boya de acero con torre de aluminio;
- Boya con flotador de plástico rotomoldeado con tubo central y torre de aluminio;
- Casco y torre enteramente de plástico con elementos estructurales interiores de metal;
- Boya de aluminio con relleno interior de espuma de plástico;
- Cuerpo de boya de plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP) con torre de acero o aluminio.

Éstas son sólo algunas de las posibles alternativas. Las elecciones de material se ven influenciadas por el tamaño necesario de la boya y las condiciones ambientales en las que tendrá que operar. El cambio a una tecnología diferente puede ayudar a la autoridad de ayudas a la navegación a reducir sus costes generales, disminuyendo sus costes de mantenimiento/apoyo o los costes iniciales. El Ejemplo 1 (véase el apartado 5.1) muestra los factores técnicos relacionados con boyas de polietileno rotomoldeado.

También se podría extender esta cuestión a la comparación de boyas convencionales con balizas fijas (normalmente, un poste cilíndrico), o con las boyas de espeque, ancladas al fondo marino con una articulación universal o una cadena corta. Aunque en inglés se utilizan diferentes términos para designar este tipo de boyas como: ‘spar buoys’, ‘resilient beacons’, ‘buoyant beacons’ and ‘elastic beacons’ y el termino en inglés que recomienda usar ‘buoyant beacon’, en español el término utilizado normalmente y que se recomienda usar es “Boya Articulada”. Si el régimen local de mareas y la profundidad del agua permiten la utilización de estas alternativas, este tipo de boya puede ofrecer un potencial ahorro de costes, al reducir la frecuencia de la inspección y la sustitución del sistema de fondeo. Véase el Ejemplo 2 en el apartado 5.2.

3. PUNTOS PRINCIPALES A CONSIDERAR

El primer paso en la comparación entre las diferentes tecnologías es la determinación del nivel de servicio necesario. Las tecnologías que se comparan deben alcanzar el nivel de servicio definido. Si no se consigue el cumplimiento total, debe confirmarse si una desviación del nivel de servicio es aceptable. Es posible que la elección de la tecnología de la boya afecte al tipo de tren de fondeo y a los equipos y sistemas de alimentación de la señal. Al realizar el análisis, se debe tener en cuenta el sistema completo de la boya. En algunos casos, sólo

podrá lograrse un ahorro de los costes totales si se puede utilizar un buque de mantenimiento de menor tamaño o si las instalaciones de mantenimiento en tierra pueden cerrarse. Para conseguir estos ahorros, puede que sea necesario que la Autoridad sustituya toda su flota de boyas antiguas por nuevas.

Se deben tener en cuenta las siguientes cuestiones al comparar las diferentes tecnologías.

3.1. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

- Capacidades de los buques de mantenimiento;
- Instalaciones de mantenimiento en tierra (chorreo, pintura, etc.);
- Capacidades logísticas en tierra (almacenamiento, manejo, etc.).

3.2. SEÑAL MARÍTIMA

- 1 ¿Proporciona la nueva boya una marca diurna adecuada?
- 2 ¿Es capaz de llevar una linterna con el alcance necesario, otros equipos necesarios y el sistema de energía asociado?
- 3 ¿Es el movimiento de la boya en su posición demasiado rápido o tiene un desplazamiento angular demasiado grande para que el navegante perciba con claridad su función como ayuda a la navegación (p. ej. divergencia vertical)?
- 4 ¿Es la altura focal suficiente para las condiciones de mar locales?
- 5 ¿Puede instalarse un reflector de radar adecuado?
- 6 En resumen, ¿qué tal cumple la nueva boya los requisitos de servicio?

3.3. CONDICIONES DE SERVICIO

- 1 ¿Es posible acoplar un tren de fondeo adecuado a la boya?
- 2 ¿Permiten las argollas de izado y fondeo el manejo seguro de la boya exigido por la Autoridad?
- 3 ¿Es aceptable la estabilidad de la boya para que el personal de mantenimiento pueda trabajar sobre ella?
- 4 ¿Permite el diseño inspeccionar/comprobar adecuadamente la integridad estructural de la boya?

3.4. CONDICIONES LOCALES

- 1 ¿Será adecuada la boya en condiciones de hielo?
- 2 Si se utilizan materiales auto coloreados (normalmente el plástico), ¿cuánto tiempo durará la superficie coloreada con las condiciones locales de radiación ultravioleta?
- 3 Las condiciones locales extremas (temperatura, condiciones del oleaje, etc.) deben considerarse en la elección de boya.

3.5. CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES

La elección de tecnología debe minimizar el impacto medioambiental. Véase la Guía 1036 de la IALA sobre las Consideraciones Medioambientales en la Ingeniería de Ayudas a la Navegación.

3.6. INTERVALOS DE MANTENIMIENTO

- 1 ¿Cada cuánto tiempo deben sustituirse las marcas diurnas para que sigan mostrando los colores de señalización adecuados?
- 2 ¿Cuáles son los intervalos de inspección y mantenimiento de los componentes, el tren de fondeo, el sistema de alimentación y los equipos de señalización?

- 3 ¿Con qué frecuencia deben visitarse las boyas nuevas y las existentes para el mantenimiento de la linterna, el sistema de alimentación, el fondeo, etc.?
- 4 Es importante identificar los elementos críticos que se desgastarán y definir los periodos de mantenimiento de la boya nueva.
- 5 ¿Cuánto tiempo permanecerá la nueva boya en servicio antes de que sea retirada a tierra para un mantenimiento completo comparado con las existentes?

3.7. COSTES DE ADQUISICIÓN

- 1 ¿Cuáles son los costes de adquisición de las boyas existentes?
- 2 ¿Cuáles son los costes de adquisición de las boyas nuevas?
- 3 ¿Cuál es la expectativa de vida útil de las boyas antiguas frente a las nuevas?
- 4 ¿Cuáles son los costes de los repuestos necesarios para cubrir el mantenimiento programado y responder a las posibles averías?

3.8. COSTES DE MANTENIMIENTO

- 1 ¿Qué tiempo y recursos se necesitan para mantener la boya existente, y cuánto cuestan?
- 2 ¿Qué tiempo y recursos se necesitan para mantener la boya nueva, y cuánto cuestan?
- 3 ¿Habrá algún ahorro en los costes de buques de mantenimiento si se utiliza una tecnología de boya diferente?
- 4 ¿Ahorrará tiempo el buque en cada visita de mantenimiento?
- 5 ¿Se reducirá el número de visitas de mantenimiento?
- 6 ¿Se emplearán los mismos buques/instalaciones para las boyas nuevas?
- 7 ¿Qué normas de seguridad e higiene en el trabajo son necesarias con la nueva tecnología?
- 8 ¿Supondrá la nueva boya una reducción de los costes de los componentes del tren de fondeo?
- 9 ¿Exigirá la nueva tecnología la formación especializada del personal?

3.9. UTILIZACIÓN DE CONTRATISTAS

- El acero puede repararse en cualquier parte;
Hay una alta disponibilidad de especialistas en estructuras de acero.
- Lejos de centros industriales, la reparación del aluminio puede ser difícil;
- Las exigentes especificaciones de los sistemas de pintura para el acero y el aluminio requieren una preparación de superficies e instalaciones de aplicación sofisticadas;
- Pueden ser necesarios contratistas con herramientas y destrezas especiales para la reparación de ciertos plásticos;
- ¿Cómo afectará todo esto a los costes totales?

4. ANÁLISIS FINANCIERO Y EL MÉTODO DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Para la comparación de las diferentes estrategias a seguir con respecto a la elección de los distintos tipos de boyas, es aconsejable la utilización del método de análisis financiero denominado “Valor presente neto” (Net Present Value), internacionalmente aceptado como apoyo a la toma de decisiones acerca de la idoneidad de

proyectos de inversiones. El valor presente neto (VPN) se define como el valor presente del flujo de ingresos (flujo positivo) menos el valor presente del flujo de egresos (flujo negativo). En la mayoría de los análisis para la adquisición de boyas se compararán solamente gastos, pero es posible que también exista alguna fuente de ingresos procedentes de la venta de elementos y repuestos redundantes, o de la valoración del ahorro de tiempo del buque balizador en sus labores de mantenimiento

Aquí no se explica la teoría del VAN. Para saber más acerca del tema, el lector podrá consultar Internet o los manuales, disponibles en la mayoría de los idiomas. Sin embargo, es importante tener en cuenta los siguientes puntos:

- La elección del periodo de tiempo del análisis del VAN;
- La sensibilidad del análisis al periodo de tiempo elegido, a la tasa de descuento elegido y a otras suposiciones clave;
- Es importante contabilizar todos los costes durante el periodo VAN (adquisición, mantenimiento, enajenación, etc.);
- En el análisis, no deben incluirse las cantidades gastadas previamente (costes irrecuperables).

5. EJEMPLOS

Los ejemplos de la aplicación de la metodología anteriormente mencionada, sólo se proporcionan a modo de referencia.

5.1. EJEMPLO 1 – AMSA, AUSTRALIA

Este ejemplo muestra el uso del análisis del VAN para la toma de decisiones sobre la mejor tecnología de boyas a emplear.

Recientemente, AMSA ha realizado un análisis de coste-beneficio de las opciones de sustitución de boyas en Australia, teniendo en cuenta una serie de alternativas de plástico, disponibles en la actualidad, a sus boyas de acero actuales. El análisis dio como resultado la decisión de continuar con las boyas de acero durante los próximos cinco años.

Aunque la decisión de seguir con las boyas de acero es muy interesante en sí misma, la metodología utilizada para llegar a esta decisión es aún más interesante para otras autoridades de ayudas a la navegación.

El enfoque utilizado para evaluar el ahorro de costes de capital fue el siguiente:

- 1 Selección de escenarios para analizar.
- 2 Definición de todas las suposiciones básicas para el análisis.
- 3 Elección del periodo de tiempo para el análisis.
- 4 Cálculo de los costes iniciales de sustitución.
- 5 Cálculo de los costes anuales de mantenimiento.
- 6 Cálculo del valor actual neto (VAN) de todos los costes dentro del periodo de tiempo elegido.
- 7 Comparación del VAN de cada escenario.

5.1.1. ESCENARIOS A ANALIZAR

Se eligieron para el análisis de AMSA los siguientes escenarios:

- 1 Continuar con la utilización del modelo actual de boyas de acero;
- 0
- 2 Cambiarlas a boyas sintéticas de plástico, que tienen menos requisitos de mantenimiento.

5.1.2. SUPOSICIONES BÁSICAS

Se hicieron las siguientes suposiciones básicas para el análisis:

- Se pueden omitir los costes comunes a todos los escenarios;
- El ciclo de mantenimiento de las boyas de casco de acero exige la adquisición de 1,5 veces el número de ellas en servicio (ratio de repuestos);
- El ciclo de mantenimiento de las boyas de casco de plástico exige la adquisición de 1,25 veces el número de ellas en servicio (ratio de repuestos).

5.1.3. PERIODO DE TIEMPO

Se eligió un periodo de tiempo de 20 años.

5.1.4. CÁLCULO DE LOS COSTES INICIALES DE SUSTITUCIÓN

Para el cálculo de los costes iniciales, se consideraron los siguientes factores:

- Coste por unidad;
- Repuestos de mantenimiento (proporción en almacén);
- Instalación de componentes/accesorios;
- Coste del tiempo del buque para la instalación.

5.1.5. CÁLCULO DE LOS COSTES DE MANTENIMIENTO

Al calcular los costes de mantenimiento de cada año, se consideraron los siguientes factores:

- Costes menores de mantenimiento a intervalos de 2 años;
- Costes mayores de mantenimiento a intervalos de 4 y 6 años;
- Costes de sustitución de boyas a intervalos de 10 años (vida útil de la boya).

En cada caso, se separaron los costes en el coste del tiempo del buque y otros costes (materiales y servicios).

5.1.6. CÁLCULO DEL VAN

Se empleó una metodología estándar para calcular el VAN.

5.1.7. COMPARACIÓN DEL VAN DE CADA ESCENARIO

La comparación del VAN de cada escenario reveló qué ahorro de costes de capital se podría obtener en cada escenario con respecto al escenario actual.

A continuación, se proporciona un ejemplo de hoja de cálculo sobre esta metodología básica del VAN.

Los factores mencionados anteriormente se pueden caracterizar, más o menos, como factores de los costes directos. Además de ellos, podría haber una serie de factores del coste, como, por ejemplo, las instalaciones de mantenimiento que pueden verse afectadas por escenarios alternativos.

(Información proporcionado por AMSA [Alan Crossing y Gary Prosser])

Tabla 1 Ejemplo de hoja de cálculo

Elemento	Boya de acero actual	Boya A	Boya B	Boya C	Boya D
Costes de adquisición					
Coste por unidad	9600	9700	14000	25000	55000
Repuestos de mantenimiento (proporción en almacén)	0,5	0,25	0,25	0	0
Instalación de componentes/accesorios	6300	6300	6300	1800	1800
Tiempo del buque para la instalación (días)	0,5	0,5	0,5	2	2
Costes de instalación	2550	2550	2550	10200	10200

Coste diario del buque 5100

Costes de mantenimiento					
Costes menores de mantenimiento a intervalo de: - (años)					
Tiempo del buque (días)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Coste del buque	2550	2550	2550	2550	2550
Otros costes (materiales y servicios)	2700	2700	2700	1500	1500
Costes mayores de mantenimiento a intervalo de: - (años)					
Tiempo del buque (días)	0,5	0,5	0,5	1	1
Coste del buque	2550	2550	2550	5100	5100
Otros costes (materiales y servicios)	3000	2400	2400	3000	3000
Costes de sustitución de boyas a intervalo de: - (años)					
Tiempo del buque (días)				2	2
Coste del buque				10200	10200
Otros costes (materiales y servicios)				6000	9000

Año	Actual	Boya A	Boya B	Boya C	Boya D
0	-23250	-20975	-26350	-37000	-67000
1	0	0	0	0	0
2	-5250	-5250	-5250	-4050	-4050
3	0	0	0	0	0
4	-5550	-4950	-4950	-4050	-4050
5	0	0	0	0	0
6	-5250	-5250	-5250	-8100	-8100
7	0	0	0	0	0
8	-5550	-4950	-4950	-4050	-4050
9	0	0	0	0	0
10	-5250	-5250	-5250	-16200	-19200
11	0	0	0	0	0
12	-5550	-4950	-4950	-8100	-8100
13	0	0	0	0	0
14	-5250	-5250	-5250	-4050	-4050
15	0	0	0	0	0
16	-5550	-4950	-4950	-4050	-4050
17	0	0	0	0	0
18	-5250	-5250	-5250	-8100	-8100
19	0	0	0	0	0
20	-5550	-4950	-4950	-16200	-19200
Total	-77250	-71975	-77350	-113950	-149950
VAN al					
5%	-56,033	-52,023	-57,398	-80,619	-113,591
10%	-45,084	-41,709	-47,084	-64,214	-95,817

Nota - Las cifras mostradas son indicativas de las obtenidas por AMSA, pero, por motivos comerciales, no son las cifras reales utilizadas.

5.2. EJEMPLO 2 - JCG, JAPÓN

Este ejemplo presenta un método alternativo de análisis financiero para la comparación de boyas y balizas articuladas.

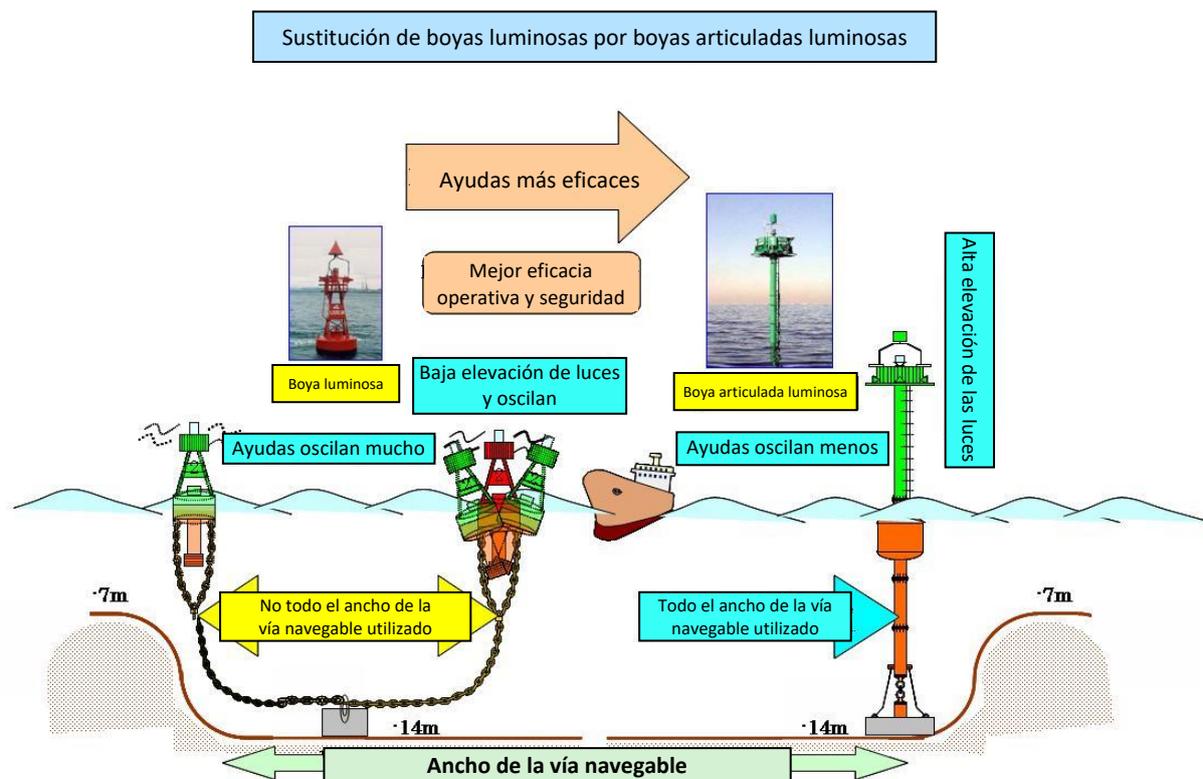


Figura 1 *Sustitución de boyas luminosas por boyas articuladas luminosas*

Tabla 2 Boyas luminosas del tipo L-L-1, L-2 y L-3

1 L-1 type Lighted buoy

Item	Standard	Unit price	Service life	Depth 10 m				Depth 15 m				Depth 20 m				Depth 25m				Depth 30 m			
				No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost	No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost	No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost	No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost	No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost
Buoy Hull	L-1	3,790	20	1.0	3,790.0		189.5	1.0	3,790.0		189.5	1	3,790.0		189.5	1	3,790.0		189.5	1	3,790.0		189.5
Mooring chain	32φ25m	487	8	0.5	243.5		30.4	1.0	487.0		60.9	1.2	584.4		73.1	1.5	730.5		91.3	2	974.0		121.8
Bridle chain	30φ12m	267	8	1.0	267.0		33.4	1.0	267.0		33.4	1	267.0		33.4	1	267.0		33.4	1	267.0		33.4
Swivel	32φ	51	6	1.0	51.0		8.5	1.0	51.0		8.5	1	51.0		8.5	1	51.0		8.5	1	51.0		8.5
Shackle	32φ	35	6	5.0	175.0		29.2	5.0	175.0		29.2	6	210.0		35.0	6	210.0		35.0	6	210.0		35.0
Shinker	RC4t	246	25	1.0	246.0		9.8	1.0	246.0		9.8	1	246.0		9.8	1	246.0		9.8	1	246.0		9.8
Installation cost	Constructor	1,200	2	1.0		1200	600.0	1.0		1200	600.0	1		1,200	600.0	1		1200	600.0	1		1200	600.0
Initial Capital cost	Buoy Depot	600	2	1.0		600	300.0	1.0		600	300.0	1		600	300.0	1		600	300.0	1		600	300.0
Total					4,773	1,800	1,201		5,016	1,800	1,231		5,148	1,800	1,249		5,295	1,800	1,268		5,538	1,800	1,298

2 L-2 type Lighted buoy

Item	Standard	Unit price	Service life	Depth 10 m				Depth 15 m				Depth 20 m				Depth 25 m				Depth 30 m				Depth 35 m			
				No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost	No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost	No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost	No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost	No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost	No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost
Buoy Hull	L-2	4,472	20					1.0	4,472.0		223.6	1	4,472.0		223.6	1	4,472.0		223.6	1	4,472.0		223.6	1	4,472.0		223.6
Mooring chain	38φ25m	582	8					1.0	582.0		72.8	1.2	698.4		87.3	1.5	873.0		109.1	2	1,164.0		145.5	2.5	1,455.0		181.9
Bridle chain	32φ14m	303	8					1.0	303.0		37.9	1	303.0		37.9	1	303.0		37.9	1	303.0		37.9	1	303.0		37.9
Swivel	38φ	65	6					1.0	65.0		10.8	1	65.0		10.8	1	65.0		10.8	1	65.0		10.8	1	65.0		10.8
Shackle	38φ	54	6					5.0	270.0		45.0	6	324.0		54.0	6	324.0		54.0	6	324.0		54.0	6	324.0		54.0
Shinker	RC6t	257	25					1.0	257.0		10.3	1	257.0		10.3	1	257.0		10.3	1	257.0		10.3	1	257.0		10.3
Installation cost	Constructor	1,300	2					1.0		1300	650.0	1		1,300	650.0	1		1300	650.0	1		1300	650.0	1		1300	650.0
Initial Capital cost	Buoy Depot	700	2					1.0		700	350.0	1		700	350.0	1		700	350.0	1		700	350.0	1		700	350.0
Total									5,949	2,000	1,400		6,119	2,000	1,424		6,294	2,000	1,446		6,585	2,000	1,482		6,876	2,000	1,518

3 L-3 type Lighted buoy

Item	Standard	Unit price	Service life	Depth 10 m				Depth 15 m				Depth 20 m				Depth 25 m				Depth 30 m				Depth 35 m			
				No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost	No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost	No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost	No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost	No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost	No. in service	Capital cost	Replace cost	Annual cost
Buoy Hull	L-3	5,817	20					1.0	5,817.0		290.9	1	5,817.0		290.9	1	5,817.0		290.9	1	5,817.0		290.9	1	5,817.0		290.9
Mooring chain	38φ25m	582	8					1.0	582.0		72.8	1.2	698.4		87.3	1.5	873.0		109.1	2	1,164.0		145.5	2.5	1,455.0		181.9
Bridle chain	32φ14m	303	8					1.0	303.0		37.9	1	303.0		37.9	1	303.0		37.9	1	303.0		37.9	1	303.0		37.9
Swivel	38φ	65	6					1.0	65.0		10.8	1	65.0		10.8	1	65.0		10.8	1	65.0		10.8	1	65.0		10.8
Shackle	38φ	54	6					5.0	270.0		45.0	6	324.0		54.0	6	324.0		54.0	6	324.0		54.0	6	324.0		54.0
Shinker	RC8t	348	25					1.0	348.0		13.9	1	348.0		13.9	1	348.0		13.9	1	348.0		13.9	1	348.0		13.9
Installation cost	Constructor	1,400	2					1.0		1400	700.0	1		1,400	700.0	1		1400	700.0	1		1400	700.0	1		1400	700.0
Initial Capital cost	Buoy Depot	800	2					1.0		800	400.0	1		800	400.0	1		800	400.0	1		800	400.0	1		800	400.0
Total									7,385	2,200	1,571		7,555	2,200	1,595		7,730	2,200	1,617		8,021	2,200	1,653		8,312	2,200	1,689

Tabla 3 Balizas resilientes iluminadas del tipo R-1, R-2 y R-3

1 Resilient Light Beacon R-1 type

Item	Reference	Basic unit price	Service life	Depth 10m			Depth 15m			Depth 20m			Depth 25m		
				Factor	Capital cost	Annual cost									
Buoy 450φ		12,000	20	0.80	9,600.0	480.0	0.90	10,800	540.0	1.00	12,000	600.0	1.10	13,200	660.0
Weight		1,500	25	0.80	1,200.0	48.0	0.90	1,350	54.0	1.00	1,500	60.0	1.10	1,650	66.0
Installation cost	Construction	3,500	20	0.80	2,800.0	140.0	0.90	3,150	157.5	1.00	3,500	175.0	1.10	3,850	192.5
Under water inspect	Measurement, etc.	400	5	0.80		64.0	0.90		72.0	1.00		80.0	1.15		92.0
Repair	Touch up	800	10	1.00		80.0	1.00		80.0	1.00		80.0	1.00		80.0
Total					13,600	812		15,300	904		17,000	995		18,700	1,091

2 Resilient Light Beacon R-2 type

Item	Reference	Basic unit price	Service life	Depth 10m			Depth 15m			Depth 20m			Depth 25m			Depth 30m		
				Factor	Capital cost	Annual cost												
Buoy 600φ		14,000	20				0.80	11,200	560.0	0.90	12,600	630.0	1.00	14,000	700.0	1.10	15,400	770.0
Sinker		1,750	25				0.80	1,400	56.0	0.90	1,575	63.0	1.00	1,750	70.0	1.10	1,925	77.0
Installation cost	Construction	4,000	20				0.80	3,200	160.0	0.90	3,600	180.0	1.00	4,000	200.0	1.10	4,400	220.0
Under water inspect	Measurement, etc.	400	5				1.00		80.0	1.00		80.0	1.15		92.0	1.30		104.0
Repair	Touch up	1,000	10				1.00		100.0	1.00		100.0	1.00		100.0	1.00		100.0
Total								15,800	956		17,775	1,053		19,750	1,162		21,725	1,271

3 Resilient Light Beacon R-3 type

Item	Reference	Basic unit price	Service life	Depth 10m			Depth 15m			Depth 20m			Depth 25m			Depth 30m			Depth 35m		
				Factor	Capital cost	Annual cost															
Buoy 800φ		16,000	20							0.80	12,800	640.0	0.90	14,400	720.0	1.00	16,000	800.0	1.10	17,600	880.0
Sinker		2,000	25							0.80	1,600	64.0	0.90	1,800	72.0	1.00	2,000	80.0	1.10	2,200	88.0
Installation cost	Construction	4,500	20							0.80	3,600	180.0	0.90	4,050	202.5	1.00	4,500	225.0	1.10	4,950	247.5
Under water inspect	Measurement, etc.	400	5							1.00		80.0	1.15		92.0	1.30		104.0	1.45		116.0
Repair	Touch up	1,200	10							1.00		120.0	1.00		120.0	1.00		120.0	1.00		120.0
Total											18,000	1,084		20,250	1,207		22,500	1,329		24,750	1,452

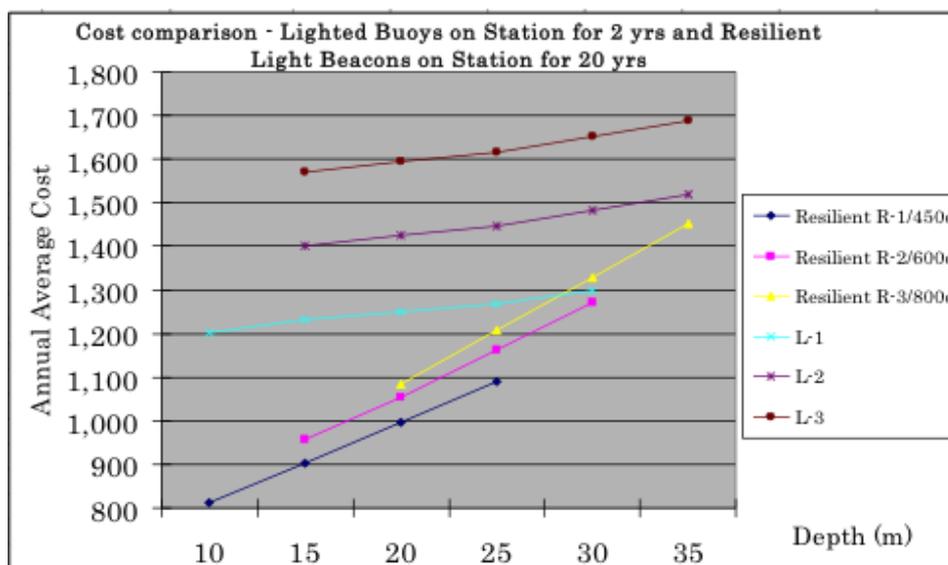


Figura 2 Comparación de costes entre boyas luminosas y boyas articuladas luminosas

Tabla 4 Comparación del coste total (media anual) entre boyas luminosas y boyas articuladas luminosas

Tipo	Profundidad (m)					
	10	15	20	25	30	35
R-1	812	904	995	1.091		
R-2		956	1.053	1.162	1.271	
R-3			1.084	1.207	1.329	1.452
L-1	1.201	1.231	1.249	1.268	1.298	
L-2		1.400	1.424	1.446	1.482	1.518
L-3		1.571	1.595	1.617	1.653	1.689

6. DEFINICIONES

La definición de los términos empleados en esta guía se puede encontrar en el Diccionario Internacional de Ayudas a la Navegación Marítima (Diccionario de la IALA) en <http://www.iala-aism.org/Wiki/diccionario>.

7. ACRÓNIMOS

AMSA	(<i>Australian Maritime Safety Authority</i>) Autoridad Australiana de Seguridad Marítima
AtoN	(<i>Aid(s) to Navigation</i>) Ayuda/s a la navegación
GRP	(<i>Glass Reinforced Plastic</i>) Plástico reforzado con fibra de vidrio
IALA	Asociación Internacional de Autoridades de Faros
JCG	(<i>Japan Coast Guard</i>) Guardia Costera Japonesa
m	Metro/s
VAN	Valor Actual Neto
nm	Nanómetros
UV	Ultravioleta (luz de 10-380 nm)