



GUÍA DE LA IALA

1037

RECOPIACIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

Edición 2.0

Diciembre de 2009



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	INTRODUCCIÓN	5
2	ÁMBITO DE APLICACIÓN	5
3	LA NECESIDAD DE RECOPIRAR DATOS	5
4	FUENTES Y MÉTODOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	6
4.1	Fuentes de datos	6
4.2	Métodos de recopilación de datos	7
4.2.1	Informes de operación	7
4.2.2	Informes de fallo.....	7
4.2.3	Informes de mantenimiento.....	7
4.3	Procedimientos del almacenamiento, actualización y comprobación de datos	8
5	MEEDIDAS DE RENDIMIENTO.....	8
5.1	Disponibilidad	8
5.2	Fiabilidad.....	8
5.3	Eficacia del mantenimiento	8
5.4	Otros indicadores de rendimiento.....	8
5.4.1	Funcionamiento del sistema de AtoN.....	8
5.4.2	Calidad del servicio de mantenimiento	9
5.4.3	Relación coste-beneficio de ayudas a la navegación	9
5.4.4	Satisfacción de las necesidades del personal de mantenimiento de ayudas a la navegación	9
6	DATOS NECESARIOS.....	9
6.1	Datos para indicadores de rendimiento	10
6.2	Datos para mejorar la fiabilidad	10
7	ANÁLISIS DE DATOS	11
7.1	DGPS	13
7.2	Presentación de datos de funcionamiento.....	13
7.3	Mejora del funcionamiento de ayudas a la navegación	15
8	DEFINICIONES	18
9	ACRÓNIMOS	18

Índice de Tablas

<i>Tabla 1</i>	<i>Método típico de registro de datos en una base de datos</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 2</i>	<i>Tabla típica de la disponibilidad de ayudas a la navegación, media móvil de tres años</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 3</i>	<i>Categorización de causas de averías</i>	<i>16</i>



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de Figuras

<i>Figura 1</i>	<i>Gráfico típico mostrando la disponibilidad anual de ayudas a la navegación</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2</i>	<i>Flujo de información sobre la fiabilidad y los fallos.....</i>	<i>18</i>

1 INTRODUCCIÓN

Una declaración de objetivos típica de una autoridad de señalización y balizamiento es proporcionar una red de ayudas a la navegación, fiable y eficaz en cuanto a costes, para el beneficio y la seguridad de los navegantes y la protección del medio marino. Para lograrla, es necesario recopilar datos sobre el funcionamiento de los equipos de ayuda a la navegación.

Esta Guía de la IALA detalla los métodos que pueden utilizarse para recopilar información sobre la disponibilidad y el funcionamiento de ayudas a la navegación. Cubre los aspectos generales, ofreciendo una visión global de las fuentes, las mediciones y la información que pueden emplearse para recopilar dicha información.

Hay que tener en cuenta que los datos significativos deben incluir tanto los datos sobre los éxitos (funcionamiento sin fallos) como los de los fallos y las averías. Es decir, la presente Guía no pretende abarcar únicamente los informes de fallos.

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Esta Guía ofrece información al prestador del servicio de ayudas a la navegación sobre cómo se pueden aplicar los métodos de recogida y de comunicación de datos, dentro de la propia organización, para supervisar todos los equipos. Debe utilizarse como referencia la Guía 1035 de la IALA sobre la Disponibilidad y fiabilidad de ayudas a la navegación: Teoría y ejemplos, para el cálculo de las cifras de disponibilidad y de fiabilidad, así como las definiciones que figuran en ella.

Si se sigue esta Guía, consideramos que se obtendrán informes precisos y completos, y que los datos así recopilados podrán emplearse para mejorar, en el medio y largo plazo, la calidad de los equipos objeto de supervisión. Además, dicho esfuerzo facilitará el intercambio de información entre el usuario y los proveedores.

Esta Guía no establece recomendaciones sobre cómo debe organizarse el apoyo al mantenimiento. Sin embargo, es evidente que algunos elementos se podrán reparar *in situ*, mientras que otros sólo podrán ser sustituidos *in situ* y tendrán que repararse en una instalación central o devueltos al proveedor para su reparación. Los datos de campo podrán obtenerse en cada etapa del proceso.

Para lograr la máxima eficacia en la recopilación de datos, se sugiere la necesidad de una estrecha coordinación entre los programas que aportan información, análisis y difusión, lo que podría precisar de una estrecha colaboración entre todos los departamentos que contribuyan a la recogida y análisis de los datos.

3 LA NECESIDAD DE RECOPIRAR DATOS

Los indicadores de funcionamiento son herramientas de gestión que pueden emplearse para medir, analizar y supervisar el funcionamiento de una red de ayudas a la navegación, o de sistemas y equipos concretos. Es fundamental que los datos recopilados sean útiles. Los indicadores de funcionamiento incluidos en la NAVGUIDE de la IALA son:

- La disponibilidad;
- La fiabilidad;
- La continuidad;
- La redundancia;
- La integridad;
- El tiempo medio entre fallos (MTBF, del inglés, *Mean Time Between Failures*);
- El tiempo medio de reparación (MTTR, del inglés, *Mean Time To Repair*).

Esta Guía describe la recopilación y presentación de datos sobre los fallos y la fiabilidad de los equipos de ayuda a la navegación.

Se considera que un sistema de ayudas a la navegación se compone tanto de los equipos de señalización y de sus componentes auxiliares, como de las fuentes de energía. La disponibilidad es un indicador útil del nivel de servicio prestado por una única ayuda a la navegación o por grupos concretos de ayudas, puesto que es representativo de todas las consideraciones bajo el control de la autoridad, que forman parte de la prestación y mantenimiento de la instalación. Éstas incluyen:

- Los procedimientos de aseguramiento de calidad;
- El diseño y la ingeniería de sistemas;
- Las compras;
- La instalación;
- Los procedimientos de mantenimiento;
- La respuesta ante fallos;
- La logística.

Aunque la disponibilidad es la medida esencial del servicio prestado a navegantes, es necesario medir también los demás indicadores de funcionamiento para garantizar que una autoridad de señalización y balizamiento preste un servicio eficiente y eficaz en cuanto a los costes.

Los objetivos específicos de la recopilación y presentación de datos de campo pretenden:

- Proporcionar información del nivel real de funcionamiento de los equipos objeto de supervisión:
 - Para permitir la elaboración de informes de gestión sobre la disponibilidad de ayudas a la navegación; y
 - Como información para las operaciones y la planificación, el apoyo al mantenimiento, la formación del personal, etc.
- Indicar la posible necesidad de mejora de:
 - Las AtoN ya instaladas y en servicio;
 - Otros equipos que se van a entregar;
 - Futuros diseños.
- Comparar las características especificadas o pronosticadas de los equipos con el funcionamiento real;
- Mejorar los procesos relacionados, tales como la formación;
- Mejorar los pronósticos (bases de datos y procedimientos);
- Informar al proveedor del funcionamiento de los elementos o bien una única vez o de forma regular;
- Facilitar una base común de informes para los miembros de la IALA.

4 FUENTES Y MÉTODOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

En este apartado se describen las diversas fuentes de datos y se esbozan los métodos para la recopilación sistemáticamente de los mismos.

4.1 FUENTES DE DATOS

Generalmente, están disponibles las siguientes fuentes de datos sobre la fiabilidad y fallos de los equipos AtoN:

- Informe del navegante;

- Informe del farero;
- Supervisión remota;
- Actividades de mantenimiento;
- Actividades de reparación *in situ*, en el taller o en las instalaciones del proveedor;
- Inspecciones programadas.

4.2 MÉTODOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

No se recomienda ningún formato en particular para el soporte de los registros (p. ej. en papel, que puede incluir cuadernos, formularios y fotografías; o bases de datos informáticas, que pueden incluir fotografías digitales). No obstante, hay que reconocer que es necesario considerar con antelación el formato para establecer un sistema eficaz de recogida de datos y también para asegurar que el tratamiento posterior sea satisfactorio.

Con frecuencia, la recogida de datos se realizará de forma manual, aunque también puede considerarse el uso de sistemas automatizados e interactivos para su recopilación. Las ventajas de almacenar los datos en una base de datos adecuada para su tratamiento mediante un sistema electrónico de procesamiento de datos incluyen: el acceso fácil y preciso, la actualización de la información y la posibilidad de realizar análisis nuevos más amplios.

El funcionamiento de una ayuda a la navegación abarca tanto el tiempo en que funciona correctamente como el tiempo de inactividad. Podrán utilizarse para la recogida de datos uno o varios métodos de comunicación.

4.2.1 INFORMES DE OPERACIÓN

Los informes de operación incluyen la información que se proporciona a raíz de la gestión y supervisión diaria de AtoN, incluidos el tiempo de funcionamiento y el de inactividad. La comunicación de datos debe apoyarse en la información sobre el uso de los elementos, tales como el número de ayudas y su tiempo de actividad. Deben tenerse en cuenta las categorías de ayudas a la navegación de la IALA descritas en la Recomendación O-130 de la IALA sobre la Categorización y los objetivos de disponibilidad de ayudas a la navegación de corto alcance.

4.2.2 INFORMES DE FALLO

Véase el Diccionario de la IALA para las definiciones de “fallo” y “avería”.

Se utilizan los datos recopilados sobre los fallos para calcular la disponibilidad de ayudas a la navegación y para garantizar el cumplimiento de las recomendaciones de disponibilidad de la IALA. Los datos recopilados sobre las averías se emplean para proporcionar información sobre la fiabilidad y la eficacia de costes de los sistemas y, además, pueden utilizarse para mejorar el funcionamiento de sistemas existentes y de futuros diseños.

La información disponible en los informes de fallo depende de los recursos disponibles de ensayo y de la capacidad. Deben mencionarse claramente los casos como “avería no detectada” o “correcto cuando se ensayó”.

Todos los fallos que se hayan observado se incluirán en los informes de fallo. Los informes también contendrán suficiente información para identificar los fallos relacionados en el apartado 6.2. Los fallos que puedan atribuirse a cualquier actuación de mantenimiento se anotarán como tal. Debe tenerse en cuenta que un fallo de los equipos auxiliares, o de los componentes individuales de un sistema de ayudas a la navegación, podría provocar un fallo general de la AtoN.

Los informes de fallo serán lo suficientemente exhaustivos para cubrir las necesidades de una investigación detallada de un fallo individual y de la avería resultante. Cuando por motivos económicos o por falta de recursos resulte imposible recopilar todos los datos del fallo, deben considerarse como el mínimo fundamental aquellos necesarios para calcular la disponibilidad.

4.2.3 INFORMES DE MANTENIMIENTO

El informe de mantenimiento debe contener toda la información relevante de la actuación realizada para restaurar el estado del sistema.

Las actividades de mantenimiento se pueden dividir en actuaciones de avería (se ha visto comprometido el funcionamiento de la ayuda a la navegación - reparación de fallos), correctivas (fallo de un componente - no se ha visto comprometido el funcionamiento de la ayuda a la navegación - reparación de averías), preventivas (programadas para prevenir fallos) y de inspección. Cuando existe la necesidad de diferenciar entre el mantenimiento correctivo y el mantenimiento preventivo, si no se realizan ni sustituciones ni reparaciones, la actuación podrá clasificarse como un informe de mantenimiento preventivo. Si una actuación de mantenimiento preventivo da lugar a una sustitución o reparación no programada, el informe podrá considerarse como uno de mantenimiento correctivo, aunque el elemento no haya fallado durante el funcionamiento.

4.3 PROCEDIMIENTOS DEL ALMACENAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y COMPROBACIÓN DE DATOS

Con independencia de la estructura elegida para el almacenamiento de datos, los datos se comprobarán al registrarlos para garantizar su validez.

5 MEEDIDAS DE RENDIMIENTO

Los indicadores de rendimiento detallados en el Apartado 3 que se considerarán son los siguientes:

5.1 DISPONIBILIDAD

Mide el funcionamiento del servicio prestado al navegante.

La disponibilidad de ayudas a la navegación, en función de la ayuda y su categoría, se calcula a partir de:

- El tiempo acumulado de inactividad (avería), por ayuda y por categoría de ayuda;
- El tiempo total por ayuda y por categoría de ayuda.

5.2 FIABILIDAD

Mide la fiabilidad del funcionamiento de equipos y sistemas.

El tiempo medio entre fallos (MTBF) se calcula a partir de:

- El tiempo acumulado de actividad (funcionamiento);
- El número de fallos.

5.3 EFICACIA DEL MANTENIMIENTO

Mide el rendimiento del equipo de mantenimiento.

El tiempo medio de reparación (MTTR) se calcula a partir de:

- El tiempo acumulado de inactividad;
- El número de fallos.

5.4 OTROS INDICADORES DE RENDIMIENTO

Además de los ya mencionados, existen otros indicadores de rendimiento que una autoridad de señalización y balizamiento podría adoptar, en función las necesidades concretas de la organización. A continuación se ofrecen algunos ejemplos. No es una lista obligatoria ni exhaustiva, pero se incluye aquí para indicar que hay muchas maneras de medir el rendimiento de equipos de AtoN y la prestación de servicios de AtoN.

5.4.1 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ATO N

- El número de accidentes marítimos atribuibles a deficiencias en las ayudas a la navegación;
- El número de ayudas que no cumplen el nivel de disponibilidad;

- El número de interrupciones, en función del número de ayudas a la navegación;
- El funcionamiento de ayudas a la navegación en condiciones meteorológicas locales;
- El grado de cumplimiento de las recomendaciones, guías y plantillas de la IALA;
- El nivel del impacto ambiental;
- El grado de conservación del patrimonio histórico;
- La satisfacción global del cliente.

5.4.2 CALIDAD DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO

- El tiempo medio de respuesta para señalar un peligro nuevo;
- El porcentaje de ayudas a la navegación cuyo mantenimiento se ha retrasado;
- La precisión de la posición de las AtoN;
- La eficiencia y eficacia de los controles visuales y remotos;
- El grado de puntualidad y precisión en la comunicación de información sobre los cambios realizados a las AtoN.

5.4.3 RELACIÓN COSTE-BENEFICIO DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

- El coste total por unidad del propietario;
- El grado en que se han ampliado los intervalos de mantenimiento;
- El nivel de AtoN relativo al volumen de tráfico y el grado de riesgo;
- El nivel de redundancia de las ayudas a la navegación.

5.4.4 SATISFACCIÓN DE LAS NECESIDADES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

- El número de lesiones sufridas por el personal mientras realizan labores de mantenimiento a ayudas a la navegación;
- El grado en que se ha finalizado la formación del personal de ayudas a la navegación;
- La accesibilidad a las AtoN del personal de mantenimiento.

6 DATOS NECESARIOS

La selección de los datos que se recopilarán depende mucho del tipo de indicadores de rendimiento que se evaluarán / estimarán.

Aunque se reconozca que los sistemas de recopilación de datos deberían ampliarse en el futuro, es posible que los informes de datos de campo se limiten, debido a necesidades económicas, a lo estrictamente imprescindible para cumplir los requisitos.

Es probable que algunos datos sean necesarios para más de un fin y, por tanto, una consideración cuidadosa de los mismos puede redundar en un sistema de recopilación de datos más eficaz en cuanto a costes.

La consideración de los indicadores de rendimiento antes citados define la necesidad de un sistema que haga posible la recopilación de datos documentados, que abarquen:

- La identidad de elementos o poblaciones de elementos bajo observación;
- Las condiciones operativas (remotas o en emplazamientos costeros);
- La supervisión del funcionamiento.

Se debe recoger suficiente información sobre cada elemento para identificarlo con claridad.

6.1 DATOS PARA INDICADORES DE RENDIMIENTO

Sobre cada fallo se debe recopilar la siguiente información.

- La fecha y hora del fallo;
- La fecha y hora de restauración;
- El tipo de ayuda y su categoría;
- La estación.

6.2 DATOS PARA MEJORAR LA FIABILIDAD

Para mejorar la fiabilidad de sistemas, es necesario recopilar datos adicionales más allá de los necesarios para los indicadores de rendimiento.

Se debe recopilar la siguiente información adicional sobre cada fallo.

- El tipo de elemento que ha fallado (p. ej. batería, grupo electrógeno, linterna, etc.);
- La identificación del elemento (p. ej. número de modelo, número de serie, etc.);
- La causa que origina el fallo:
 - Utilización indebida;
 - Provocado por mantenimiento;
 - Rayo;
 - Corrosión;
 - Fatiga;
 - Engrasado;
 - Ninguna avería encontrada;
 - Correcto cuando se probó;
 - Colisión,
 - Fallo de componente (especificar componente);
 - Fallo prematuro, etc.
- Actuación realizada:
 - Sustitución;
 - Reparación;
 - Ajuste;
 - Modificación;
 - Engrasado, etc.
- Tiempo necesario para viajar a la estación.

7 ANÁLISIS DE DATOS

Los indicadores de funcionamiento mencionados en el apartado 5 pueden calcularse de acuerdo con la Guía 1035 de la IALA sobre la Disponibilidad y fiabilidad de ayudas a la navegación: Teoría y ejemplos y la Recomendación O-130 de la IALA sobre la Categorización y los objetivos de disponibilidad de ayudas a la navegación de corto alcance y la NAVGUIDE de la IALA.

Se pueden analizar los datos para mostrar la fiabilidad de subsistemas y componentes individuales, y para identificar las causas principales de la falta de fiabilidad, lo que facilitará un enfoque programado de mantenimiento con periodos predecibles de funcionamiento sin mantenimiento. Además, la información sobre la fiabilidad puede ejercer influencia en decisiones futuras de compra y mejorar el diseño del sistema. El siguiente es un método típico de registro de datos sobre los fallos de ayudas a la navegación y de cálculo de su disponibilidad, tiempo medio entre fallos (MTBF) y tiempo medio de reparación (MTTR).

Se notifican los fallos a un punto central, tal como el Centro de Supervisión de Operaciones, desde diversas fuentes, incluidos el sistema de supervisión y control remoto (RCMS, del inglés, *Remote Monitoring and Control System*), los informes de navegantes, los informes de ayudantes locales y de fareros, etc.

En el Centro de Supervisión de Operaciones se lleva un registro semanal de todos los fallos. Dicho registro (véase un ejemplo típico en la Figura 1) incluye la ayuda a la navegación, la estación, la fecha y hora del fallo, la fecha y hora de la restauración del servicio de ayuda a la navegación, y la causa del fallo.

El funcionamiento de ayudas a la navegación debe revisarse periódicamente, por lo común de forma anual. Los registros semanales de fallos de ayudas a la navegación arriba mencionados pueden utilizarse para calcular el tiempo acumulado de inactividad, así como el número de fallos de cada categoría de ayuda.

Según las Recomendaciones de la IALA, el funcionamiento de ayudas a la navegación se calcula sobre una media móvil a lo largo de tres años. Por lo tanto, la disponibilidad, el tiempo medio entre fallos (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR) se calculan a partir de los datos de fallos a lo largo de un periodo de tres años. Las Tablas y gráficos que figuran a continuación muestran algunos métodos típicos para presentar los datos de funcionamiento de ayudas a la navegación.

Tabla 1 Método típico de registro de datos en una base de datos

Estación	Tipo de estación	Sistema	Categoría de estación	Fecha del fallo	Hora del fallo	Fecha de restauración	Hora de restauración	Tiempo de inactividad [horas]	Causa raíz	Elemento que lo provoca
Estación A	Boya	Óptica	3	02-09-09	21,30	03-09-09	19,00	21,5	Ninguna avería encontrada;	Ninguna avería encontrada;
Estación B	Lanby	Óptica	2	02-09-09	23,31	03-09-09	17,20	17,82	Fallo de componente	Avería de relé
Estación C	Faro	Óptica	1	04-09-09	10,00	04-09-09	16,00	6	Provocado por mantenimiento	Mantenimiento programado
Estación D	Faro	Óptica	2	17-09-09	9,50	17-09-09	13,00	3,17	Rayo	Fusible fundido
Estación E	Faro	Señal de niebla	3	22-09-09	3,51	22-09-09	20,30	16,65	Fallo de componente	Placa de codificación
Estación F	Faro	DGPS	1	29-09-09	0,22	29-09-09	3,18	2,93	Fallo de componente	Error de corrección PRC
Estación G	Faro	Baliza de radar	1	16-10-09	6,41	16-10-09	14,43	8,04	Fallo de componente	Moscas en cámara de antena

Nota. Las ayudas a la navegación se subdividen en categorías, según las categorías de disponibilidad de la IALA.

7.1 DGPS

Debido a las características únicas del sistema de GPS diferencial (DGPS) de la IALA, que emplea transmisores de baliza de radar, el método de la recopilación de datos y del cálculo del funcionamiento de este tipo de ayuda a la navegación difiere de los de las ayudas tradicionales.

Una declaración típica de objetivos para un sistema DGPS expone lo siguiente:

“prestar un servicio no codificado de aviso de la integridad de la corrección DGPS, que cubra al menos la zona costera, con una precisión superior a 10 m (95%) y una disponibilidad de señal del 99,8%”.

Por lo tanto, los fallos del servicio DGPS son los siguientes:

- La salida de potencia del transmisor está fuera del límite de más o menos 3db con respecto al funcionamiento nominal;
- La precisión del posicionamiento DGPS está por debajo del límite declarado.

Un receptor local de supervisión monitoriza cada estación transmisora de DGPS, midiendo la potencia de la señal, la precisión del posicionamiento corregido por DGPS, la ratio de la señal al ruido, la tasa de error de bits (BER, del inglés *Bit Error Rate*), el número de satélites visibles, la HDOP, la PDOP y la VDOP. El receptor de supervisión incorpora unos límites por defecto y genera una alarma cuando la señal transmitida se sale de los límites preestablecidos. Cada receptor de supervisión notifica los fallos, de forma automática al Sistema Central de Supervisión.

- El Registro Central de Supervisión se examina mensualmente y se extraen los datos sobre los fallos debidos a la precisión y a la potencia de la señal.
- Estos datos mensuales de fallos se emplean para calcular la disponibilidad, el tiempo medio entre fallos (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR) de cada estación.

Una forma habitual de garantizar la alta disponibilidad que requiere el DGPS consiste en establecer estaciones transmisoras, de manera que haya una cobertura superpuesta desde al menos dos estaciones dentro de la zona nominal del servicio DGPS. De esta forma, el fallo de un transmisor no afectará al servicio prestado al navegante, puesto que éste puede recibir señales DGPS de la estación superpuesta.

El rendimiento del servicio DGPS se define como la calidad del servicio tal y como lo percibe el navegante. El rendimiento de la transmisión DGPS es el rendimiento de cada estación transmisora. En el caso de solape de cobertura, el fallo de un transmisor afectará a la disponibilidad de la transmisión de dicha estación pero no afectará a la disponibilidad del servicio dado que el solape de las estaciones sigue proporcionando servicio DGPS ininterrumpido al navegante en todo el área de cobertura DGPS anunciada.

Por lo tanto, para calcular el rendimiento del servicio DGPS hay que verificar todos los fallos de transmisores DGPS para determinar si el fallo ocurre a la vez que otros en las estaciones solapadas. A continuación, se realiza un segundo cálculo de la disponibilidad, del tiempo medio entre fallos (MTBF) y del tiempo medio de reparación (MTTR) para establecer el rendimiento del servicio DGPS. La NAVGUIDE de la IALA recomienda calcular la disponibilidad del servicio DGPS a partir de mediciones realizadas a lo largo de un período de dos años. La IALA recomienda que la disponibilidad de la señal DGPS también se calcule durante un período de 30 días y, por consiguiente, dicha revisión deberá realizarse mensualmente.

7.2 PRESENTACIÓN DE DATOS DE FUNCIONAMIENTO

0 y Figura 1 muestran un método típico para la presentación de los datos de funcionamiento de ayudas a la navegación, utilizando los métodos descritos en los ejemplos que figuran en la IALA 1035 Guide to Availability and Reliability Theory and Examples. El ejemplo que se muestra es de la disponibilidad y se podrá utilizar un formato similar para el tiempo medio entre fallos (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR).

Tabla 2 Tabla típica de la disponibilidad de ayudas a la navegación, media móvil de tres años

Categoría	Descripción de ayuda a la navegación	Mínimo de la IALA	1999/2000		2000/01		2001/02		2002/03		2003/04	
			REAL	DIF	REAL	DIF	REAL	DIF	REAL	DIF	REAL	DIF
1	LUCES	99,8%	99,80	0,00	99,82	0,02	99,79	-0,01	99,83	0,03	99,83	0,03
	BALIZAS DE RADAR		99,85	0,05	99,92	0,12	99,94	0,14	99,94	0,14	99,89	0,09
	DGPS		99,98	0,18	99,99	0,19	99,95	0,15	99,92	0,12	99,89	0,09
2	LUCES	99,0%	99,76	0,76	99,73	0,73	99,72	0,72	99,75	0,75	99,74	0,74
3	SEÑALES DE NIEBLA	97,0%	99,47	2,47	99,61	2,61	99,62	2,62	99,72	2,72	99,78	2,78
	BOYAS	97,0%	99,53	2,53	99,48	2,48	99,51	2,5	99,64	2,64	99,67	2,67

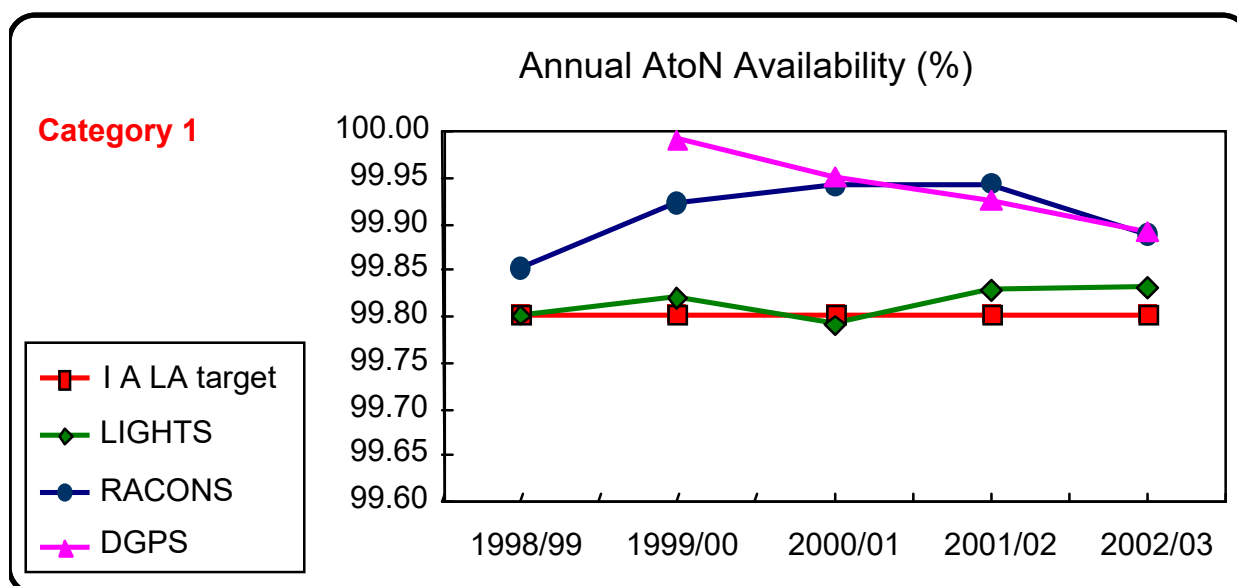


Figura 1 Gráfico típico mostrando la disponibilidad anual de ayudas a la navegación

7.3 MEJORA DEL FUNCIONAMIENTO DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

Además de garantizar que el rendimiento de las ayudas a la navegación cumpla los requisitos mínimos de la IALA, el análisis anterior puede utilizarse para mejorar el funcionamiento de las ayudas.

A partir de los datos de la 0, se pueden calcular tanto la disponibilidad y como el tiempo medio entre fallos (MTBF) para estaciones individuales, de los tipos de estacionesistemas o categorías de estaciones. 0 y la Figura 1 son típicos ejemplos de los datos publicados que detallan la disponibilidad de las diferentes categorías o tipos de ayudas a la navegación. La disponibilidad de ayudas individuales debe ser de al menos el 95% de acuerdo con la Recomendación O-130 de la IALA sobre la Categorización y los objetivos de disponibilidad de las ayudas a la navegación de corto alcance.

Si se categorizan las averías, los datos sobre ellas se pueden examinar para identificar las causas recurrentes. Eso facilita la corrección de la causa raíz de las averías frecuentes, con una mejora consiguiente del funcionamiento y una reducción de los gastos relacionados con su reparación. 0 muestra una categorización típica de las causas de averías. La categorización de averías por estación también puede aportar datos útiles sobre las tendencias de averías.

La información disponible del análisis depende de la entrada inicial de información en la base de datos. El ejemplo anterior sólo incluye datos sobre los fallos de ayudas a la navegación. Si es necesaria información sobre el funcionamiento de sistemas redundantes, debe establecerse un sistema para recopilar información sobre todos los fallos para su incorporación a la base de datos.

Tabla 3 Categorización de causas de averías

Categoría de estación	Tipo de ayuda a la navegación	Número de fallos	Causa raíz		Elemento que lo provoca	
1	Luces	35	Componente	28	1	Avería del cargador de batería
					1	Avería del convertidor cc/cc
					1	Avería de la puesta a tierra
					6	Avería de la conexión eléctrica
					3	Fallo de fusible
					2	Avería del sistema de control del grupo electrógeno
					1	Solenoides de control de combustible del grupo electrógeno
					1	Fallo de lámpara
					1	Avería del cambiador de lámparas
					1	Cableado del portalámparas
					5	Avería del sistema de control de la óptica
					1	Fallo de los rodamientos del accionamiento de la óptica
					2	Avería de relé
					1	Avería del temporizador
					1	Avería de las escobillas del aerogenerador
			Corrosión	2	1	Avería de placas solares
					1	Entrada de agua
			Engrasado	2	2	Avería del sistema de engrasado del grupo electrógeno
			Provocado por mantenimiento	3	3	Configuración del cargador de baterías
	GPS Diferencial	8	Componente	3	2	Fallo del grillete de antena
					1	Avería de la ATU
			Contaminación	5	5	Contaminación salina de los aisladores aéreos de transmisión
	Racon	2	Componente	2	1	Avería de la baliza de radar
					1	Circuito del monitor
2	Luces	6	Componente	2	1	Fallo del acoplamiento del grupo electrógeno



Categoría de estación	Tipo de ayuda a la navegación	Número de fallos	Causa raíz		Elemento que lo provoca	
					1	Avería del motor de arranque del grupo electrógeno
			Corrosión	4	3	Daños al cableado
					1	Avería de la conexión eléctrica
			Temporal	1	1	Ayuda arrastrada por el agua
3	Señales de niebla	5	Componente	3	1	Circuito del monitor
					1	Emisores activados debido a fluctuaciones de potencia del grupo electrógeno
					1	Fallo del acoplamiento del grupo electrógeno
			Engrasado	1	1	Avería del sistema de engrasado del grupo electrógeno
			Provocado por mantenimiento	1	1	Aisladores apagados
	Luces	1	Componente	1	1	Fuga de gas
	Boyas	18	Colisión	1	1	Daños a la linterna
			Componente	12	1	Fallo de lámpara
					3	Avería del destellador de linterna
					1	Avería de fotocélula
					7	Avería de placas solares
			Corrosión	1	1	Ingreso de agua
			Fuga	1	1	Caja de batería inundada
			Amarre	3	2	Boya fuera de posición en carta
					1	Fallo de grilletes de fondeo

Figura 2 muestra una perspectiva general del flujo de información desde la fuente hasta el indicador de funcionamiento.

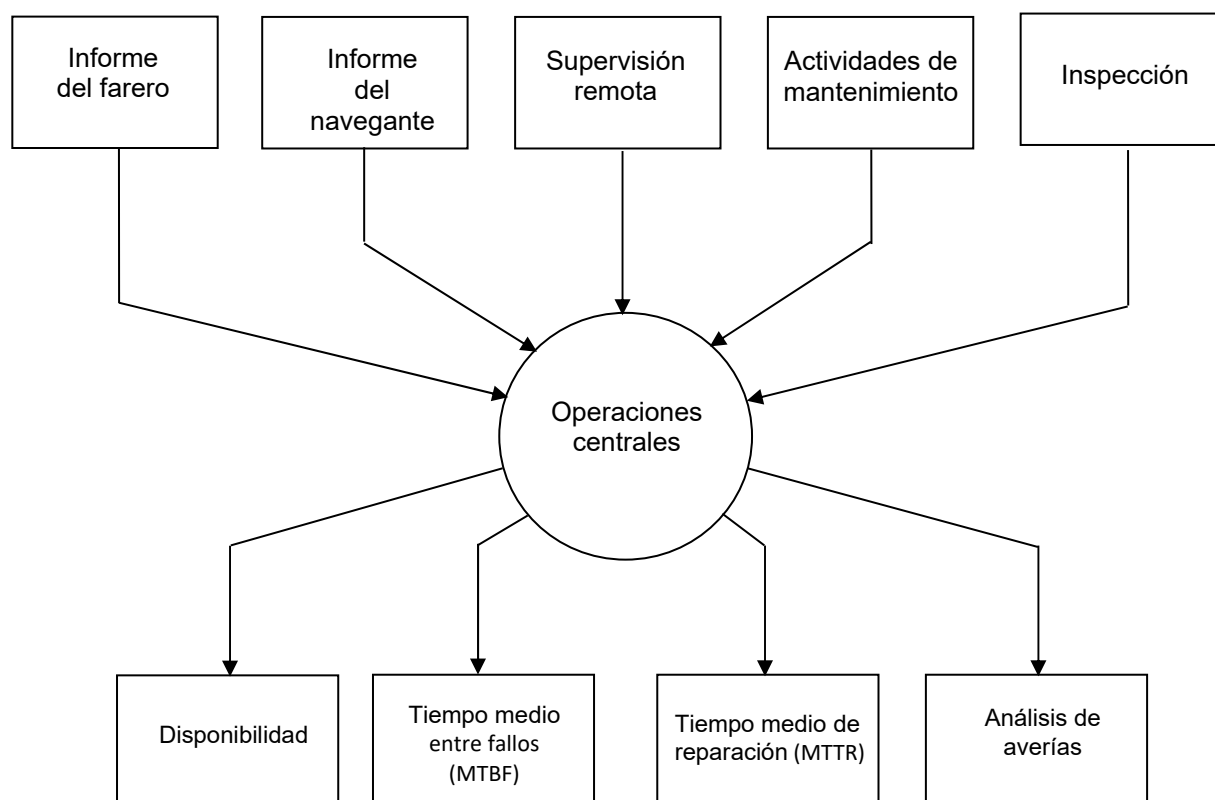


Figura 2 Flujo de información sobre la fiabilidad y los fallos

8 DEFINICIONES

Las definiciones de los términos empleados en esta Guía pueden encontrarse en el Diccionario internacional de ayudas a la navegación marítima (Diccionario de la IALA) en <http://www.iala-aism.org/wiki/dictionary>.

9 ACRÓNIMOS

AtoN	<i>(Aid(s) to Navigation)</i> Ayuda/s a la navegación
ATU	<i>(Antenna Tuning Unit)</i> Unidad de sintonización de antena
BER	<i>(Bit Error Rate)</i> Tasa de error de bits
cc	Corriente continua
DGPS	<i>(Differential Global Positioning System)</i> Sistema Diferencial de Posicionamiento Global
GPS	<i>(Global Positioning System)</i> Sistema de Posicionamiento Global operado por el Gobierno de los Estados Unidos
HDOP	<i>(Horizontal Dilution of Precision)</i> Dilución horizontal de la precisión
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities - AISM
m	Metro/s
MTBF	<i>(Mean Time Between Failures)</i> Tiempo medio entre fallos
MTTR	<i>(Mean Time to Repair)</i> Tiempo medio de reparación
PDOP	<i>(Position Dilution of Precision)</i> Dilución posicional de la precisión
PRC	<i>(Pseudo-Range Correction)</i> Corrección de pseudo distancia
RCMS	<i>(Remote Monitoring and Control System)</i> Sistema de supervisión y control remoto
VDOP	<i>(Vertical Dilution of Precision)</i> Dilución vertical de la precisión