

IALA Guideline No. 1037

On DATA COLLECTION FOR AtoN PERFORMANCE CALCULATION

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

EDICIÓN 1
Diciembre 2004



Traducida por el Grupo de Ayudas a la
Navegación de Puertos del Estado (ESPAÑA)



20ter, rue Schnapper - 78100 Saint Germain en Laye - France
Telephone +33 1 34 51 70 0 Telefax +33 1 34 51 82 05 Telex 695499 ialaism f
E-mail : iala-aism@wanadoo.fd Internet : <http://iala-aism.org>

ÍNDICE

1	PRESENTACIÓN	3
2	ÁMBITO	3
3	LA NECESIDAD DE RECOPIRAR DATOS	3
4	FUENTES Y MEDIOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	4
4.1	FUENTES DE DATOS	5
4.2	MEDIOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	5
4.2.1	<i>Informes de funcionamiento</i>	5
4.2.2	<i>Informes de fallos</i>	5
4.2.3	<i>Informes de mantenimiento</i>	6
4.3	ALMACENAMIENTO, ACTUALIZACIÓN, Y PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN DE DATOS	6
5	MEDIDAS DE RENDIMIENTO	6
5.1	DISPONIBILIDAD	6
5.2	FIABILIDAD	7
5.3	CAPACIDAD DE MANTENIMIENTO	7
6	DATOS NECESARIOS	7
6.1	DATOS PARA LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO	7
6.2	DATOS PARA MEJORAR LA FIABILIDAD	8
7	ANÁLISIS DE DATOS	8
7.1	DGPS	9
7.2	PRESENTACIÓN DE LOS DATOS DE RENDIMIENTO	10
7.3	MEJORA DEL RENDIMIENTO DE LAS AYUDAS A LA NAVEGACIÓN	11
8	DEFINICIONES	14

1 Presentación

Las autoridades de faros suelen tener como misión el desarrollo de una red de ayudas a la navegación fiable y rentable que sirva de ayuda a los navegantes, mejore su seguridad y proteja el medio marino. Para ello es necesario recabar datos sobre el rendimiento de los equipos de ayuda a la navegación.

La presente guía detalla los métodos que pueden utilizarse para recopilar información sobre la disponibilidad y la fiabilidad de los equipos de ayuda a la navegación. Cubre los aspectos generales, proporcionando una panorámica de las fuentes, las mediciones y la información que se pueden utilizar al recopilar los datos.

Hay que tener en cuenta que entre los datos significativos deben recogerse tanto aquellos que reflejan buenos resultados (funcionamiento sin fallos) como aquellos que muestran fallos y errores. Es decir, la presente guía no pretende cubrir únicamente los informes sobre los fallos.

2 Ámbito

La presente guía proporcionará al proveedor de servicios de ayudas a la navegación información sobre cómo se pueden aplicar los métodos de recopilación de datos y de presentación de informes dentro de su propia organización para poder controlar todos sus equipos. Para el cálculo de datos de disponibilidad y fiabilidad se debe hacer referencia a la *'IALA Guide to Availability and Reliability Theory and Examples'*.

Se considera que, si se siguen las presentes directrices, los informes serán precisos y completos y los datos recabados podrán utilizarse para ayudar a mejorar la calidad de los equipos monitorizados a medio y largo plazo. Además, dicho esfuerzo facilitará el intercambio de información entre usuarios y proveedores.

La presente guía no recoge recomendaciones sobre cómo debe organizarse el mantenimiento. Sin embargo, se observará que algunos de los elementos se reparan in situ mientras que otros sólo pueden sustituirse in situ y tienen que repararse en unas instalaciones centrales o ser devueltos al proveedor para su reparación. Se pueden obtener datos de campo en cada una de estas fases.

Para obtener la máxima eficacia de la recopilación de datos se sugiere una coordinación estrecha entre los programas de informe, análisis y divulgación de los resultados, lo que puede lograrse mediante una colaboración estrecha entre los departamentos que participan en la recopilación y el análisis de los datos.

3 La necesidad de recopilar datos

Los indicadores de rendimiento son herramientas de gestión que pueden utilizarse para medir, analizar y controlar las prestaciones de una red de ayudas a la navegación o de sistemas y equipos específicos. Es esencial que los datos recogidos sean útiles. Los indicadores de rendimiento de la Guía de Ayudas a la Navegación de la AISM (Navguide) son la fiabilidad, la disponibilidad, la continuidad, la redundancia, la integridad, el tiempo medio entre fallos (MTBF) y el tiempo medio para reparar (MTTR). La presente guía describe la recopilación y la

presentación de datos sobre los fallos y la fiabilidad de los equipos de ayudas a la navegación.

Se considera que un sistema de ayudas a la navegación comprende el equipo de ayudas a la navegación y componentes auxiliares tales como los suministros de alimentación. La disponibilidad es un indicador útil del nivel de servicio prestado por una ayuda a la navegación o por un grupo de las mismas dado que es representativa de todos los factores controlados por la autoridad que influyen en la provisión y el mantenimiento de la instalación determinada, a saber:

- Los procedimientos para garantizar la calidad;
- El diseño y la ingeniería de los sistemas;
- La contratación;
- La instalación;
- Los procedimientos de mantenimiento;
- La respuesta a los fallos;
- Las disposiciones logísticas.

Aunque la disponibilidad es la medida principal del servicio prestado a los navegantes, hay que medir otros indicadores de rendimiento para garantizar que el servicio gestionado por la autoridad de faros sea eficiente y rentable.

Los objetivos específicos de la recopilación de datos de campo y de su presentación son los siguientes:

- proporcionar información sobre el nivel real de prestaciones de los equipos controlados
 - para posibilitar los informes de gestión sobre la disponibilidad de las ayudas a la navegación, y
 - como información para el funcionamiento, la planificación, el mantenimiento, la formación de personal, etc.;
- para indicar una posible necesidad de mejora de:
 - las ayudas a la navegación ya instaladas y en funcionamiento,
 - otros equipos que queden por entregarse
 - diseños futuros;
- para comparar las características especificadas o esperadas del(los) equipo(s) con las prestaciones reales sobre el terreno;
- para mejorar otros procesos relacionados, como por ejemplo la formación
- para mejorar las predicciones (bases de datos y procedimientos);
- para informar al proveedor puntual o regularmente sobre las prestaciones de determinados dispositivos;
- para tener una base común de realización de informes para todos los miembros de la AISM

4 Fuentes y medios de recopilación de datos

A continuación se describen las diversas fuentes de información y se esbozan los métodos para la recopilación sistemática.

4.1 *Fuentes de datos*

En general están disponibles las siguientes fuentes de datos sobre la fiabilidad y los fallos de los equipos de ayudas a la navegación:

- Informes de los navegantes;
- Informes de los fareros;
- Seguimiento a distancia;
- Actividades de mantenimiento;
- Actividades de reparación in situ, en el taller o en las instalaciones del proveedor;
- Inspecciones programadas

4.2 *Medios de recopilación de datos*

En la presente guía no se pretende recomendar un formato particular de registro (por ejemplo con soporte de papel que puede incluir cuadernos, formularios y fotos o mediante bases de datos informatizadas que pueden incluir fotografías digitales). No obstante, se debe reconocer que para establecer un sistema efectivo de recopilación de datos y para que su tratamiento posterior sea exitoso hay que plantear este asunto con antelación.

Aunque a menudo el sistema de registro de datos será manual, también se puede barajar el uso de sistemas de recopilación de datos automatizados e interactivos. Las ventajas de almacenar los datos en una base de datos adecuada para el tratamiento electrónico son, entre otras, el acceso fácil y preciso y la actualización de la información, además de la posibilidad de hacer nuevos análisis de mayor envergadura.

Los datos de rendimiento de las ayudas a la navegación comprenden el tiempo que dichas ayudas funcionan correctamente, además de las averías. Alguno o varios de los siguientes tipos de informe pueden utilizarse para recoger datos.

4.2.1 *Informes de funcionamiento*

Se trata de información proporcionada sobre la gestión y control cotidiano de las ayudas a la navegación y comprende tanto el tiempo en funcionamiento como el tiempo de averías. Los informes de estos datos deben apoyarse en la información sobre el uso de componentes como, por ejemplo, el número de ayudas y sus respectivos tiempos en funcionamiento. Se deben conocer las categorías de las ayudas a la navegación de la AISM descritas en las '*IALA Recommendation on Availability Objectives of Aids to Navigation Services*'.

4.2.2 *Informes de fallos*

Se define **fallo** como la terminación no intencionada de la capacidad de un sistema o alguna de sus partes de cumplir con la función requerida, lo que significa que no presenta sus características correctas o que deja de estar en su posición asignada para que los navegantes puedan hacer un uso adecuado.

Un **error** es el fallo de una parte del sistema que no afecta a la capacidad de la ayuda a la navegación de desempeñar su función requerida.

Los datos sobre fallos recopilados se utilizan para calcular la disponibilidad de las ayudas a la

navegación y para garantizar que cumplen con las recomendaciones de la AISM sobre disponibilidad. Los datos sobre errores recogidos se utilizan para proporcionar información sobre la fiabilidad y rentabilidad de los sistemas y pueden utilizarse además para mejorar el rendimiento de los sistemas existentes o para mejorar diseños futuros.

La información de los informes de fallos disponible dependerá de los recursos y la capacidad disponibles para realizar pruebas. Deben hacerse constar expresamente los casos de "error no encontrado" o "correcto durante la prueba".

Los informes sobre los fallos deben cubrir todos los fallos observados y asimismo deben contener información suficiente para identificar los fallos que figuran en el apartado 6.2. Deben anotarse aquellos fallos que se consideren achacables a cualquier tipo de acción de mantenimiento. Hay que tener en cuenta que los fallos de los equipos auxiliares o de los componentes del sistema de ayudas a la navegación no necesariamente provocan un fallo total del sistema.

Los informes de fallos deben ser lo suficientemente completos como para cubrir los requisitos de una investigación detallada sobre un fallo en concreto y el error resultante. Cuando por falta de recursos o motivos económicos no es posible recopilar todos los datos sobre el fallo en cuestión, se deben considerar como mínimo imprescindible los datos necesarios para calcular la disponibilidad.

4.2.3 *Informes de mantenimiento*

Los informes de mantenimiento deben contener toda la información relacionada con las acciones realizadas para restablecer el buen estado del sistema.

Las actividades de mantenimiento pueden desglosarse de este modo: fuera de servicio (pueden fallar las prestaciones de la ayuda a la navegación. Se reparan los fallos), correctiva (hay fallo en los componentes – no fallan las prestaciones de la ayuda a la navegación – Se reparan los fallos), preventiva (programada para prevenir fallos) y la inspección. Cuando hay que distinguir entre los informes de mantenimiento correctivo, es decir, cuando no se hacen ni sustituciones ni reparaciones, y los de mantenimiento preventivo, la acción puede calificarse como un informe de mantenimiento preventivo. Cuando una acción de mantenimiento preventivo resulta en una sustitución o una reparación no programada, el informe puede tratarse como informe de mantenimiento correctivo, aunque el funcionamiento del componente no haya fallado.

4.3 *Almacenamiento, actualización, y procedimientos de verificación de datos*

Independientemente de la estructura elegida para el almacenamiento de los datos, éstos deben verificarse en el momento de su entrada para comprobar su validez.

5 **Medidas de rendimiento**

A continuación figuran los indicadores de rendimiento señalados en el apartado 3.

5.1 *Disponibilidad*

Mide el rendimiento del servicio proporcionado al navegante.

Disponibilidad de la ayuda a la navegación por ayuda y categoría de ayuda
Calculado a partir de: tiempo cumulativo de avería por ayuda y por categoría de ayuda
tiempo total por ayuda y por categoría de ayuda

5.2 *Fiabilidad*

Mide la fiabilidad de los equipos y los sistemas.

Tiempo medio de funcionamiento entre fallos (MTBF)

Calculado a partir de : tiempo de funcionamiento de la ayuda
número de fallos

5.3 *Capacidad de mantenimiento*

Se trata de una medida del rendimiento del equipo de mantenimiento.

Tiempo medio para reparar (MTTR)

Calculado a partir de: tiempo cumulativo de avería
número de fallos

6 **Datos necesarios**

La elección de los datos a recopilar dependerá mucho del tipo de medidas de rendimiento que hayan de evaluarse/estimarse.

La falta de recursos económicos puede limitar el número de informes de datos de campo al mínimo necesario para cumplir con los requisitos, sin olvidar que los sistemas de recopilación de datos deben poder ampliarse en el futuro.

Es probable que algunos datos sirvan para más de un propósito, y un buen planteamiento puede resultar por lo tanto en el sistema de recopilación de datos más rentable.

Teniendo en cuenta los indicadores de rendimiento anteriores, se necesita un sistema que permita la recopilación de datos documentados que cubran:

- La identidad y el número de los componentes objeto de estudio;
- Las condiciones de funcionamiento (sitio remoto o en tierra firme);
- El control del rendimiento.

Habrá que registrar información sobre cada componente para identificarlo claramente.

6.1 *Datos para los indicadores de rendimiento*

Se debe recabar la siguiente información para cada fallo.

- La echa y la hora del fallo
- La fecha y la hora del restablecimiento
- El tipo y la categoría de la ayuda
- La estación

6.2 *Datos para mejorar la fiabilidad*

Para mejorar la fiabilidad de los sistemas hay que recopilar datos adicionales además de los necesarios para los indicadores de rendimiento.

Se debe recabar la siguiente información adicional para cada fallo.

- El tipo de componente que ha fallado (p.ej. batería, generador, linterna, etc.)
- La identificación del componente (p. ej. número de modelo, número de serie, etc.).
- Causa originaria del fallo
 - Mal uso
 - Provocado por el mantenimiento
 - Iluminación
 - Corrosión
 - Fatiga
 - Lubricación
 - No se encuentra error
 - Correcto durante la prueba
 - Colisión
 - Fallo de componente (especificar componente)
 - Fallo prematuro, etc.
- Acción emprendida: sustitución, reparación, ajuste, modificación, lubricación, etc.
- Tiempo de desplazamiento a la estación.

7 **Análisis de datos**

Los indicadores de rendimiento del apartado 5 pueden calcularse de acuerdo con la *IALA Guide to the Availability and Reliability Theory and Examples*, la *IALA Recommendation on the Availability Objectives of Aids to Navigation Service*, y la Guía de Ayudas a la Navegación de la AISM (Navguide).

Los datos pueden analizarse para mostrar la fiabilidad de los subsistemas y los componentes por separado y para identificar las principales causas de la falta de fiabilidad. Todo ello facilitará un enfoque planificado de mantenimiento, de modo que se puedan predecir periodos sin mantenimiento para las estaciones. Además, la fiabilidad de la información puede influir en decisiones futuras de compra y en la mejora del diseño de los sistemas. Lo que sigue es un método que suele utilizarse para registrar datos sobre los fallos de las ayudas a la navegación y para calcular su disponibilidad, el tiempo medio entre fallos (MTBF) y el tiempo medio para reparar (MTTR).

Los informes de fallos se envían a un punto centralizado, como por ejemplo el Centro de Seguimiento de Operaciones, a partir de múltiples fuentes, entre ellas el sistema de control y seguimiento a distancia (RCMS), informes de los navegantes, de los operarios y fareros locales, etc.

En el Centro de Seguimiento de Operaciones se registran todos los fallos semanalmente. Este registro (véase el ejemplo típico en la figura 1) recoge la ayuda a la navegación, la estación, la fecha y hora del fallo, la fecha y hora del restablecimiento del servicio de la ayuda a la navegación y la causa del fallo.

- Se revisa periódicamente el rendimiento de la ayuda a la navegación. Se suele hacer anualmente. Pueden utilizarse los registros semanales anteriormente mencionados para calcular el tiempo de avería acumulado y el número de fallos según la categoría de ayuda.
- De acuerdo con las recomendaciones de la AISM, se calcula el rendimiento de las ayudas a la navegación durante el periodo medio de los últimos tres años. Por lo tanto, se calculan la disponibilidad, el MTBF y el MTTR a partir de los datos de los fallos ocurridos en el periodo de tres años. Las siguientes tablas y gráficos muestran los métodos que suelen utilizarse en la presentación de los datos de rendimiento de las ayudas a la navegación.
- Las ayudas a la navegación se subdividen en categorías según las categorías de disponibilidad de la AISM.

Estación	Tipo de Estación	Sistema	Categoría de Estación	Fecha del Fallo	Hora del Fallo	Fecha Restablecido	Hora Restablecido	Avería [horas]	Causa Primordial	Componente de causa
Estación A	Boya	Óptica	3	02-09-03	21.30	03-09-03	19.00	21.7	No se encuentra error	No se encuentra error
Estación B	Lanby	Óptica	2	02-09-03	23.31	03-09-03	17.20	17.89	Fallo del componente	Fallo de transmisión
Estación C	Faro	Óptica	1	04-09-03	10.00	04-09-03	16.00	6	Por mantenimiento	Mantenimiento programado
Estación D	Faro	Óptica	2	17-09-03	9.50	17-09-03	13.00	3.5	Iluminación	Fusible fundido
Estación E	Faro	Señal de niebla	3	22-09-03	3.51	22-09-03	20.30	16.79	Fallo del componente	Código a bordo
Estación F	Faro	DGPS	1	29-09-03	0.22	29-09-03	3.18	2.96	Fallo del componente	Corrección de error PRC
Estación G	Faro	Racón	1	16-10-03	6.41	19-10-03	3.07	8.04	Fallo del componente	Moscas en cámara de la antena

Figura 1: tabla que muestra el método de base de datos que se suele utilizar para registrar información

7.1 DGPS

Debido a las características únicas del sistema GPS diferencial (DGPS) de la AISM que utiliza transmisores de radiobalizas, el método de recopilación de datos y cálculo del rendimiento de las ayudas a la navegación es distinto del de las ayudas tradicionales.

- La misión de un sistema DGPS suele expresarse como la de “proveer un servicio de advertencia de correcciones DGPS sin codificar que cubra al menos la zona costera, con una precisión mayor de 10m (95%) y una disponibilidad de señal de 99.8%”.
- Por lo tanto, los fallos del servicio DGPS son:
 - La salida de alimentación del trasmisor está fuera del límite de más o menos 3dB con respecto al rendimiento nominal.
 - La precisión de la posición del DGPS es inferior al límite declarado.
- Un receptor local de monitorización sigue cada estación transmisora de DGPS, midiéndose así la precisión de la posición corregida del DGPS, la relación señal ruido, el porcentaje de bits erróneos (BER), el número de satélites visibles, HDOP, PDOP, VDOP. El receptor de monitorización tiene límites incorporados y genera una alarma cuando la señal transmitida sobrepasa dichos límites preestablecidos. Cada receptor de monitorización informa de los fallos automáticamente al Sistema Central de Control.

- Se examina cada mes el Registro Central de Monitorización y se extraen los datos sobre los fallos debidos a la falta de precisión y la fuerza de la señal.
- Estos datos sobre los fallos de cada mes se utilizan para calcular la disponibilidad, el MTBF y el MTTR de cada estación.
- Un método común para garantizar la alta disponibilidad que se requiere del DGPS es el establecimiento de estaciones transmisoras para que haya solape de cobertura de al menos dos estaciones en todas las áreas dentro del área nominal de servicio DGPS. Así, el fallo de uno de los trasmisores no afecta al servicio al navegante dado que éste puede recibir las señales DGPS gracias al solape de la estación.
El rendimiento del servicio DGPS se define como el rendimiento del servicio tal y como lo percibe por el navegante. El rendimiento de la transmisión DGPS es el rendimiento de cada estación transmisora. En el caso del 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. Después se lleva a cabo un segundo cálculo de la disponibilidad, el MTBF y el MTTR para establecer el rendimiento del servicio DGPS.
- La Guía de Ayudas a la Navegación de la AISM (Navguide) recomienda que se calcule la disponibilidad del servicio DGPS a partir de mediciones tomadas durante un periodo de dos años. También recomienda que se calcule la disponibilidad de la señal DGPS durante un periodo de 30 días. Por lo tanto se debe llevar a cabo dicha revisión mensualmente.

7.2 Presentación de los datos de rendimiento

Las figuras 2 y 3 muestran el método que se suele utilizar para presentar los datos sobre las prestaciones de las ayudas a la navegación mediante los métodos descritos en la *IALA Guide to Availability and Reliability Theory and Examples*. El ejemplo a continuación es de disponibilidad. Pueden utilizarse formatos similares para el MTBF y el MTTR.

CATEGORÍA	Descripción AISM	MÍNIMO AISM	1999/2000		2000/01		2001/02		2002/03		2003/04	
			ACTUAL	DIF	ACTUAL	DIF	ACTUAL	DIF	ACTUAL	DIF	ACTUAL	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
	RACONES		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	2.51	99.64	2.64	99.67	2.67

Figura 2. Tabla típica de disponibilidad de las ayudas, media de los últimos tres años.

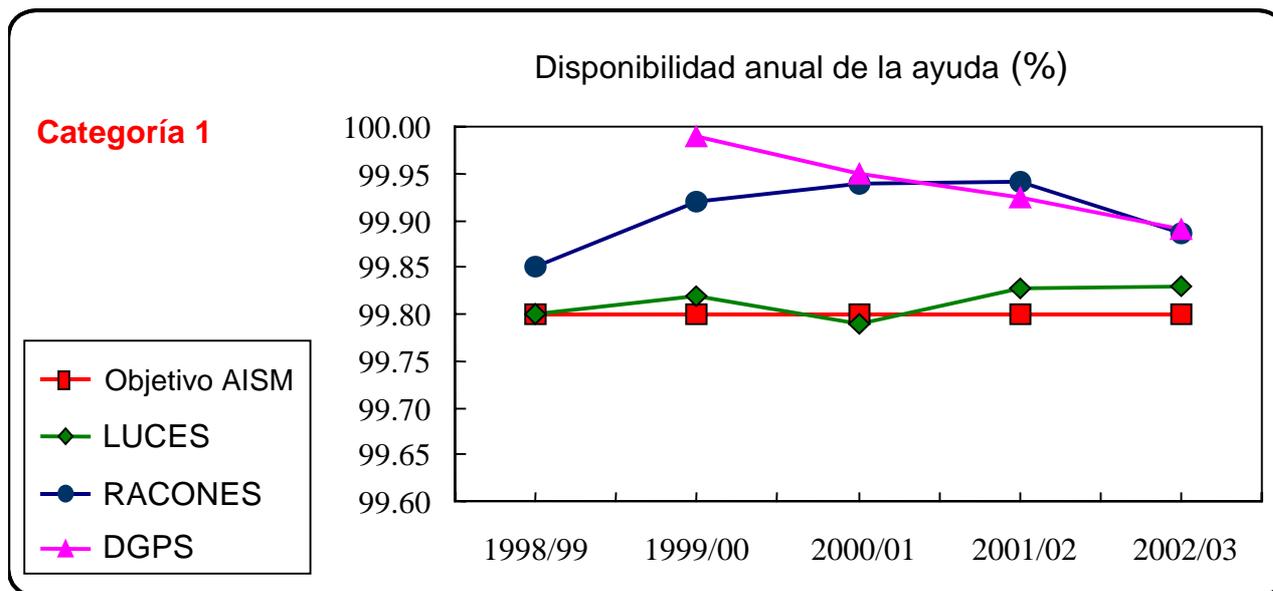


Figura 3: gráfica típica que muestra la disponibilidad de las ayudas a la navegación

7.3 Mejora del rendimiento de las ayudas a la navegación

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

A partir de los datos de la figura 1 se puede calcular la disponibilidad y el MTBF de las estaciones individuales, de los tipos de estación, de los sistemas y las categorías de estación. Las figuras 2 y 3 representan los datos que se suelen publicar sobre la disponibilidad de las distintas categorías o tipos de ayudas a la navegación. La disponibilidad de cualquier ayuda debe ser de al menos un 95% según la *IALA Recommendation on Availability*.

Si se categorizan los errores, los datos de los mismos pueden estudiarse para determinar si hay causas de errores recurrentes. Ello facilita la corrección de las causas subyacentes de los errores frecuentes con lo que se mejora el rendimiento y se reducen los costes asociados a las reparaciones de errores. La figura 4 muestra una categorización típica de las causas de los errores. La categorización de errores por estaciones también puede proporcionar datos útiles sobre tendencias.

La información disponible a partir del análisis dependerá de los datos introducidos inicialmente en la base de datos. El ejemplo anterior sólo recoge los fallos en las ayudas a la navegación. Si se requiere información sobre el rendimiento de sistemas redundantes, será necesario poner en marcha un sistema de recogida de información sobre todos los errores para alimentar la base de datos.

Categoría de la estación	Tipo de ayuda a la navegación	Número de fallos	Causa primordial		Componente de causa	
1	Luces	35	Componente	28	1	Error del cargador de la batería
					1	Error del convertidor DC/DC
					1	Error de tierra
					6	Error de la conexión eléctrica
					3	Error de fusible
					2	Error sistema control grupo electrógeno
					1	Solenoides del control de combustible del generador
					1	Fallo de lámpara
					1	Error de cargador de lámpara
					1	Cableado del portalámparas
					5	Error sistema control óptico
					1	Fallo en la demora de la óptica
					2	Fallo de transmisión
					1	Fallo del interruptor de tiempo
					1	Fallo por roces del aerogenerador
	Corrosión	2	1	Error del panel solar		
			1	Entrada de agua		
Lubricación	2	2	Error sistema lubricación grupo electrógeno			
		3	Disposición cargador batería			
Por mantenimiento	3	3	Fallo asas antena			
		1	Error ATU			
		5	Contaminación salina de los aisladores de los trasmisores aéreos			
GPS Diferencial	8	Componente	3	2	Fallo asas antena	
				1	Error ATU	
Racones	2	Componente	2	1	Error de racón	
				1	Circuito de control	
2	Luces	6	Componente	2	1	Fallo acoplamiento grupo electrógeno
					1	Error motor arranque grupo electrógeno
			Corrosión	4	3	Daños en los cables
					1	Fallo en la conexión eléctrica
Temporal	1	1	Ayuda llevada por el agua			
3	Señales de niebla	5	Componente	3	1	Circuito de control
					1	Emisores desactivados debido a fluctuaciones motor grupo electrógeno

Categoría de la estación	Tipo de ayuda a la navegación	Número de fallos	Causa primordial		Componente de causa		
					1	Fallo acoplamiento grupo electrógeno	
			Lubricación	1	1	Fallo sistema lubricación grupo electrógeno	
			Por mantenimiento	1	1	Sin aisladores	
	Luces	1	Componente	1	1	Fuga de gas	
	Boyas	18	Colisión	1	1	Daños a la linterna	
			Componente	12		1	Fallo de lámpara
						3	Fallo destellador linterna
						1	Fallo fotocélula
						7	Error del panel solar
				Corrosión	1	1	Entrada de agua
				Fuga	1	1	Inundada la caja de la batería
				Anclaje	3		2
			1			Fallo de las asas de anclaje	

Figura 4: categorización de las causas de los fallos

El dibujo 5 a continuación muestra una panorámica del flujo de información desde la fuente hasta el indicador de rendimiento.

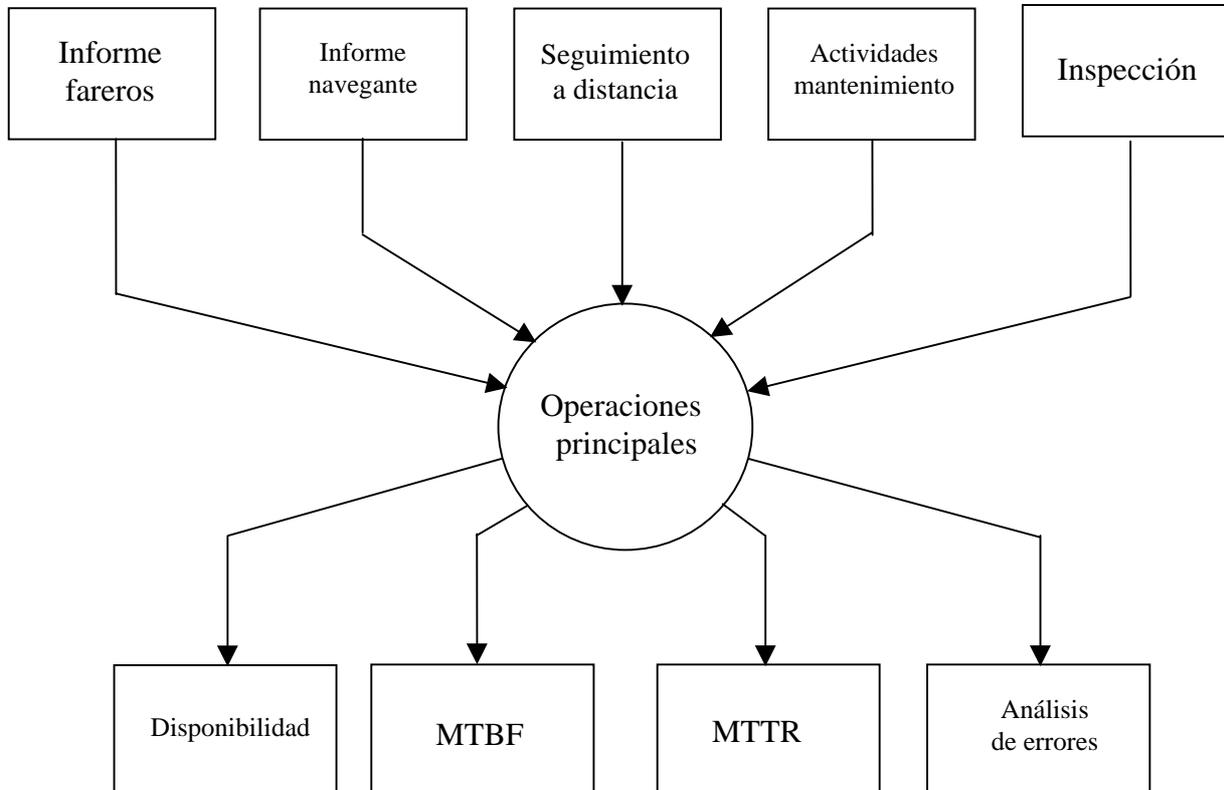


Figura 5: flujo de información sobre fiabilidad y fallos

8 Definiciones

Véanse las definiciones en la *'IALA Guide to Availability and Reliability Theory and Examples'*