



ASAMBLEA
22º periodo de sesiones
Punto 9 del orden del día

A 22/Res.915
22 enero 2002
Original: INGLÉS

Resolución A.915(22)

aprobada el 29 de noviembre de 2001
(punto 9 del orden del día)

**NORMATIVA Y REQUISITOS MARÍTIMOS REVISADOS PARA UN FUTURO
SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (SMNS)**

LA ASAMBLEA,

RECORDANDO el artículo 15 j) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones de la Asamblea por lo que respecta a las reglas y directrices relativas a la seguridad marítima,

RECONOCIENDO la necesidad de disponer en el futuro de un sistema mundial de navegación por satélite (SMNS) de carácter civil y controlado internacionalmente, que contribuya a facilitar la determinación de la situación con fines marítimos en todo el mundo para la navegación en general, incluida la navegación en las entradas y accesos a los puertos y otras aguas en las que la navegación esté restringida,

RECONOCIENDO TAMBIÉN que las necesidades marítimas que debe satisfacer un futuro SMNS no se limitan únicamente a la navegación en general, y que también se deberían considerar los requisitos para otros usos marítimos, ya que no siempre es posible establecer una estricta separación entre las aplicaciones relativas a la navegación en general y otras aplicaciones para la navegación y la determinación de la situación, y que se prevé que en el futuro se incremente el uso intermodal del SMNS,

RECONOCIENDO ADEMÁS la necesidad de determinar con antelación suficiente los requisitos de los usuarios marítimos en relación con un futuro SMNS, a fin de que dichos requisitos se tengan en cuenta al crear tal sistema,

CONSCIENTE de la labor que realiza actualmente la Organización de Aviación Civil Internacional en relación con los requisitos aeronáuticos que deberá satisfacer un futuro SMNS,

HABIENDO EXAMINADO la recomendación hecha por el Comité de Seguridad Marítima en su 73º periodo de sesiones,

Por economía, del presente documento no se ha hecho más que una tirada limitada. Se ruega a los señores delegados que traigan sus respectivos ejemplares a las reuniones y que se abstengan de pedir otros.

1. APRUEBA la Normativa y requisitos marítimos revisados para un futuro sistema mundial de navegación por satélite (SMNS), cuyo texto figura en el anexo de la presente resolución;
2. INVITA a los Gobiernos y a las organizaciones internacionales que presten o tengan la intención de prestar servicios para el futuro SMNS a que, al elaborar sus planes, tengan en cuenta la normativa y los requisitos marítimos adjuntos y a que informen a la Organización sobre los mismos;
3. PIDE al Comité de Seguridad Marítima que mantenga sometidos a examen esta normativa y estos requisitos y los enmiende, según sea necesario;
4. REVOCA la resolución A.860(20).

ANEXO

NORMATIVA Y REQUISITOS MARÍTIMOS RELATIVOS A UN FUTURO SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (SMNS)**1 INTRODUCCIÓN**

1.1 El Sistema mundial de navegación por satélite (SMNS) es un sistema satelitario que permite determinar mundialmente la situación, la velocidad y la hora para uso multimodal. El sistema consta de los receptores de los usuarios, una o más constelaciones de satélites, segmentos terrenos y una organización de control que dispone de instalaciones para vigilar y comprobar que las señales procesadas por los receptores de los usuarios se ajustan en todo el mundo a las normas operacionales de funcionamiento preestablecidas. En el apéndice 1 del presente anexo se incluyen las definiciones pertinentes y un glosario.

1.2 Por lo que respecta a los usuarios marítimos, la OMI es la organización internacional que reconocerá al SMNS como sistema que cumple las prescripciones relativas al equipo del sistema mundial de radionavegación (WWRNS) que se ha de llevar a bordo para determinar la situación. Los procedimientos y responsabilidades oficiales que se establezcan para el reconocimiento de un SMNS se deberán ajustar a lo prescrito en la normativa de la OMI sobre el sistema mundial de radionavegación, en la medida en que sea aplicable.

1.3 Se prevé que los actuales sistemas de navegación por satélite (véase la sección 2) seguirán prestando servicio plenamente hasta el año 2010 por lo menos. El futuro o futuros SMNS perfeccionará, reemplazarán o complementarán los sistemas actuales de navegación por satélite, que adolecen de deficiencias por lo que respecta a su integridad, disponibilidad, control y vida útil prevista (véase la sección 2).

1.4 Se prevé que los usuarios marítimos constituirán tan sólo una parte reducida del enorme grupo de usuarios del futuro SMNS. El mayor grupo es potencialmente el de los usuarios del servicio móvil terrestre. Es posible que el grupo de usuarios marítimos no sea el que presente los requisitos más difíciles de satisfacer.

1.5 La pronta determinación de los requisitos de los usuarios marítimos permitirá que tales requisitos se tengan en cuenta durante la elaboración del futuro o futuros SMNS.

1.6 En el campo de la radionavegación, las radiocomunicaciones y la tecnología de la información, los adelantos se suceden rápidamente. Es necesario tener presente los adelantos en estas tecnologías para su uso marítimo.

1.7 En vista de que se requiere un prolongado periodo para poner a punto e implantar un SMNS, la OMI ha debido definir los requisitos marítimos para el futuro o futuros SMNS en una fase temprana del proceso.

1.8 No obstante, como el futuro SMNS aún está en la fase de proyecto, tales requisitos se han circunscrito a las necesidades básicas del usuario, sin especificar la estructura orgánica o la arquitectura del sistema. Tal vez sea preciso someter a revisión dichos requisitos, así como los procedimientos de reconocimiento por la Organización, a fin de tener en cuenta posibles adelantos futuros.

1.9 Cuando se presenten a la OMI propuestas para el reconocimiento de un futuro SMNS específico, éstas se evaluarán de acuerdo con los requisitos revisados.

1.10 Es imprescindible colaborar desde el principio con los usuarios y proveedores de los servicios aeronáuticos y terrestres, a fin de poder disponer de un sistema multimodal en el plazo previsto.

2 SITUACIÓN ACTUAL

2.1 En la actualidad existen dos sistemas de navegación por satélite para usos civiles, ambos de propiedad estatal y bajo control militar. Estos sistemas se utilizan principalmente para el transporte marítimo y aéreo, así como para el transporte móvil terrestre; asimismo se utilizan para fines de hidrografía, reconocimientos, determinación de la hora, agricultura y construcción, y también para fines científicos. A continuación se señalan los aspectos más importantes de cada sistema desde el punto de vista marítimo:

.1 GPS*

- .1.1 El Sistema mundial de determinación de la situación (GPS) es un sistema espacial que permite determinar la situación y la velocidad en tres dimensiones, así como la hora, administrado por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos de América para el Gobierno de ese país. El GPS alcanzó plena capacidad operacional en 1995 y será sometido a un programa de modernización entre los años 2002 y 2010 para mejorar su eficacia.
- .1.2 Se espera que el GPS siga disponible en un futuro próximo, de forma continua en todo el mundo y sin tarifas directas para el usuario. Los Estados Unidos prevén que podrán notificar el cese de los servicios del GPS o su eliminación con una antelación de seis meses, como mínimo. Este servicio, que está a disposición de todos los usuarios sin ningún tipo de discriminación, se ajusta, desde que alcanzó su plena capacidad operacional, a las exigencias de precisión de la navegación en general, con una precisión horizontal de 100 m (95%).
- .1.3 Por consiguiente, el GPS ha sido reconocido como elemento del sistema mundial de radionavegación (WWRNS) para su aplicación a la navegación en aguas que no sean zonas de entrada y acceso a puertos ni aguas restringidas.
- .1.4 Si no se aumenta su precisión, el GPS no cumple lo prescrito para la navegación en entradas y accesos a puertos o en aguas restringidas. El GPS no dispone de una función de aviso instantáneo en caso de avería del sistema. Sin embargo, las correcciones diferenciales permiten aumentar la precisión (en zonas geográficas limitadas) hasta 10 metros o menos (95%), así como comprobar la integridad externa. La integridad interna puede verificarse mediante una comprobación autónoma de la integridad a través de observaciones duplicadas procedentes del SMNS, de otros sistemas de (radio)navegación, o de ambos.

* Cuando se mencionan los sistemas GPS y GLONASS en el presente anexo, se hace referencia a los servicios normalizados de determinación de la situación (SPS) facilitados por tales sistemas.

.2 GLONASS*

- .2.1 El GLONASS (Sistema orbital mundial de navegación por satélite) es un sistema espacial que permite determinar la situación y la velocidad en tres dimensiones, así como la hora, administrado por la Agencia Espacial Rusa para el Gobierno de la Federación de Rusia.
- .2.2 El GLONASS, que ha sido reconocido como elemento del WWRNS, se encuentra en pleno funcionamiento desde 1996, y según se anunció en su momento, lo estará por lo menos hasta 2010 para usos civiles, sin restricciones a largo plazo y sin que los usuarios tengan que abonar directamente ninguna tarifa. A comienzos de 2000, no se disponía en su totalidad del segmento espacial previsto.
- .2.3 La finalidad del GLONASS es prestar un servicio a largo plazo a los usuarios civiles, tanto nacionales como extranjeros, de conformidad con los compromisos contraídos. Cuando sea plenamente operacional, el servicio se ajustará a los requisitos de la navegación en general, dado que tiene una precisión horizontal de 45 m (95%). No obstante, si no se aumenta su precisión el GLONASS no es adecuado para la navegación en entradas y accesos a puertos.
- .2.4 GLONASS no dispone de una función de aviso instantáneo en caso de avería del sistema. No obstante, mediante la intensificación se pueden mejorar notablemente tanto la precisión como la integridad. Las correcciones diferenciales permiten aumentar la precisión hasta 10 metros o menos (95%) y comprobar la integridad externa. La verificación de la integridad interna podría realizarse mediante observaciones duplicadas procedentes del SMNS, de otros sistemas de (radio)navegación, o de ambos.

2.2 Existen varias técnicas de intensificación para mejorar la precisión y/o la integridad de los sistemas GPS y GLONASS. Valgan como ejemplos la utilización extensiva, para la intensificación local, de diversas señales de corrección diferencial procedentes de estaciones que usan las correspondientes bandas de frecuencias entre 283,5 y 325 kHz para la radionavegación marítima, y la comprobación autónoma de la integridad a bordo o por el receptor. Además, ya se han creado y se están creando receptores integrados que pueden funcionar con las señales de los sistemas GPS, GLONASS, LORAN-C y/o Chayka. También se están perfeccionando sistemas de intensificación de cobertura amplia, que utilizan las señales de corrección diferencial de satélites geoestacionarios, como EGNOS para Europa, WAAS para los Estados Unidos y MSAS para el Japón. Se están poniendo a punto receptores para estos sistemas de intensificación.

2.3 En el contexto general de la radionavegación, también deben tenerse en cuenta los avances logrados en el campo de los sistemas terrenales. En muchos países, se ha eliminado gradualmente el sistema DECCA, y en 1997 sucedió lo mismo con el sistema OMEGA. Se está estudiando el futuro de las redes LORAN-C controladas por los EE.UU. Sin embargo, la eliminación gradual de las redes Chayka, controladas por la Federación de Rusia, no está prevista por lo menos hasta el año 2010. En Extremo Oriente, Europa noroccidental y otras partes del mundo funcionan redes LORAN-C y LORAN-C/Chayka bajo control civil, y se prevé su

* Cuando se mencionan los sistemas GPS y GLONASS en el presente anexo, se está haciendo referencia a los servicios normalizados de determinación de la situación (SPS) que ofrecen tales sistemas.

extensión en algunas zonas. Varias estaciones de LORAN-C y Chayka están transmitiendo correcciones diferenciales del GPS, con carácter experimental.

3 REQUISITOS MARÍTIMOS RELATIVOS A UN FUTURO SMNS

3.1 Los requisitos marítimos para un futuro SMNS pueden subdividirse en requisitos generales, operacionales, institucionales y transitorios:

Requisitos generales

- .1 El futuro SMNS deberá cumplir principalmente los requisitos operacionales del usuario para la navegación en general. En las aplicaciones marítimas, esto incluye la navegación en entradas y accesos a puertos y otras aguas en las que la navegación esté restringida.
- .2 El futuro SMNS deberá servir, si es necesario, para otros fines operacionales respecto de la navegación y la determinación de la situación.
- .3 El futuro SMNS deberá tener una capacidad operacional e institucional que le permita ajustarse asimismo a los requisitos particulares de cada zona mediante la intensificación local, si no puede obtenerse dicha capacidad por otros medios. Los medios de intensificación deberán estar armonizados mundialmente para no tener que llevar a bordo más de un receptor u otros dispositivos.
- .4 El futuro SMNS deberá tener una capacidad operacional e institucional que le permita ser utilizado por un número ilimitado de usuarios multimodales en tierra, mar y aire.
- .5 El futuro SMNS deberá ser fiable y de bajo costo para el usuario. En lo que respecta a la asignación y recuperación de los costos, conviene distinguir entre los usuarios marítimos que utilizan el sistema por razones de seguridad y los que, adicionalmente, obtienen beneficios en términos comerciales o económicos. También deberían tenerse en cuenta los intereses del sector naviero y de los Estados ribereños al abordar esa cuestión.
- .6 Se han identificado varias opciones posibles para la recuperación de los costos:
 - mediante financiación por las organizaciones internacionales interesadas (OMI, OACI, etc.);
 - mediante el reparto de los costos entre los Gobiernos o entidades comerciales (por ejemplo, proveedores de comunicaciones por satélite); o
 - mediante inversiones privadas y tarifas aplicadas directamente al usuario o derechos percibidos por la concesión de licencias.

Requisitos operacionales

- .7 El futuro o futuros SMNS deberán ajustarse a los requisitos operacionales de los usuarios marítimos por lo que respecta a la navegación en general, incluida la navegación en entradas y accesos a puertos y otras aguas en las que la navegación

esté restringida. Los requisitos mínimos de los usuarios marítimos en relación con la navegación en general figuran en el apéndice 2 del presente anexo.

- .8 El futuro o futuros SMNS deberán satisfacer los requisitos marítimos operacionales respecto de las aplicaciones para la determinación de la situación. Los requisitos mínimos de los usuarios marítimos relativos a la determinación de la situación figuran en el apéndice 3 del presente anexo.
- .9 El futuro o futuros SMNS deberán funcionar con los sistemas geodésicos y de determinación de la hora que sean compatibles con los actuales sistemas de navegación por satélite.
- .10 Los proveedores del servicio no serán responsables del funcionamiento del equipo de a bordo. Dicho equipo deberá ajustarse a las normas de funcionamiento aprobadas por la OMI.
- .11 Se recomienda desarrollar y utilizar receptores integrados que funcionen con el futuro o futuros SMNS y los sistemas terrenales.
- .12 El futuro o futuros SMNS deberán permitir que el equipo de a bordo facilite al usuario información sobre la situación, la hora, el rumbo y la velocidad con respecto al fondo.
- .13 El equipo de a bordo para el SMNS, incluidos los receptores integrados que se mencionan en 3.11, deberá poder conectarse mediante una interfaz de intercambio de datos con otros equipos de a bordo, como el del SIVCE, SIA, SMSSM, control de la derrota, RDT, indicación del rumbo y actitud del buque y vigilancia de los movimientos del buque, para facilitar y/o utilizar información relativa a la navegación y la determinación de la situación.
- .14 Todos los usuarios deben ser informados oportunamente de cualquier degradación de señales satelitarias específicas y/o de la totalidad del servicio, mediante mensajes de integridad.

Requisitos institucionales

- .15 El futuro o futuros SMNS deberán disponer de estructuras y medios institucionales de control por una organización internacional civil determinada que represente, sobre todo, a los Gobiernos contribuyentes y a los usuarios.
- .16 Las organizaciones civiles internacionales deberán disponer de estructuras y medios institucionales que permitan (la supervisión de) la provisión, funcionamiento, vigilancia y control del sistema o sistemas y/o servicio o servicios, de acuerdo con los requisitos predeterminados a un costo mínimo.
- .17 Esos requisitos podrán satisfacerse por medio de una o varias organizaciones existentes o creando una o varias organizaciones nuevas. Una organización podrá proveer y administrar el sistema ella misma, o bien supervisar y controlar al proveedor del servicio.

- .18 La OMI no está en condiciones de proveer y administrar por sí misma un SMNS. Sin embargo, la OMI sí debe estar capacitada para evaluar y reconocer los siguientes aspectos de un SMNS:
- prestación del servicio a los usuarios marítimos sin discriminación alguna;
 - funcionamiento del SMNS en relación con su capacidad para satisfacer los requisitos de los usuarios marítimos;
 - aplicación de principios internacionalmente reconocidos sobre participación en la financiación de los costos y recuperación de los mismos; y
 - aplicación de principios internacionalmente reconocidos sobre cuestiones de responsabilidad civil.

Requisitos transitorios

- .19 El futuro o futuros SMNS deberán desarrollarse paralelamente a los actuales sistemas de navegación por satélite, o podrían proceder en parte o en su totalidad de tales sistemas.
- .20 Podrá reconocerse como componente del WWRNS a un sistema regional de navegación por satélite que sea plenamente operacional.
- .21 Los receptores de a bordo u otros dispositivos necesarios para un futuro SMNS deberán ser, en la medida de lo posible, compatibles con los receptores u otros dispositivos de a bordo necesarios para los actuales sistemas de navegación por satélite.

4 MEDIDAS NECESARIAS Y CALENDARIO

4.1 Se necesitará una permanente participación de la OMI. Los requisitos marítimos que figuran en el presente anexo deberán estar sometidos a una evaluación y actualización continuas, de acuerdo con los cambios que se produzcan y con las propuestas específicas que se presenten.

4.2 La OMI deberá participar de forma positiva e interactiva y considerar la posibilidad de constituir un foro en el que puedan mantenerse consultas útiles con los usuarios aeronáuticos y terrestres a fin de resolver las dificultades institucionales y decidir cómo avanzar conjuntamente.

4.3 Dado que la OACI también está estudiando los requisitos aeronáuticos para un SMNS y hay posibilidades de constituir un grupo mixto OMI/OACI de planificación para la creación del SMNS, es necesario que ambas organizaciones mantengan un estrecho contacto.

4.4 Se debe informar a las organizaciones internacionales, regionales y nacionales, así como a las empresas pertinentes que participen en la creación de los futuros SMNS, de los requisitos establecidos por la OMI para la aceptación de los mismos. Dichos requisitos deberán incorporarse a los proyectos de SMNS que hayan de aceptarse para sus usos marítimos.

4.5 En el apéndice 4 del presente anexo figura el calendario previsto para la introducción de los futuros SMNS. En dicho apéndice también se incluyen los calendarios para la introducción y eliminación gradual previstas de los sistemas de radionavegación, como los actuales sistemas de

navegación por satélite, los medios de intensificación y los sistemas terrenales. Esos calendarios determinarán los plazos para la toma de las decisiones pertinentes en el seno de la OMI.

4.6 Para lograr la participación ordenada y en fecha temprana de la OMI en la introducción del futuro o futuros SMNS, el proceso de toma de decisiones en la Organización deberá incluir medios que permitan:

- la revisión periódica de la presente resolución;
- el examen urgente de las propuestas cuando se presenten; y
- el reconocimiento de los nuevos sistemas cuando se presenten.

APÉNDICE 1

TÉRMINOS UTILIZADOS EN EL SMNS

Ambigüedad. Situación que se produce cuando una serie de mediciones derivadas de un sistema de navegación define más de un punto, una dirección, una línea de situación o una superficie de situación.

Avería. Interrupción involuntaria de la capacidad de un sistema, o parte de un sistema, para realizar su correspondiente función.

Capacidad del servicio. Número de usuarios que pueden utilizar simultáneamente el servicio.

Cobertura. La cobertura de un sistema de radionavegación es la extensión superficial o el volumen espacial en que las señales permiten al usuario determinar la situación con un grado de eficacia especificado.

Comprobación autónoma de la integridad en la nave (CAIN). Técnica mediante la cual distintos datos facilitados por los sensores de navegación en la nave se procesan de manera autónoma para comprobar la integridad de las señales de navegación. (Véase también Comprobación autónoma de la integridad en el receptor).

Comprobación autónoma de la integridad en el receptor (CAIR). Técnica mediante la cual la información duplicada disponible en un receptor SMNS se procesa de manera autónoma para comprobar la integridad de las señales de navegación. (Véase también Comprobación autónoma de la integridad en la nave.)

Comprobación de la integridad. Proceso mediante el cual se determina si el rendimiento del sistema (o algunas de sus observaciones) permite su uso para fines de navegación. La integridad general del sistema SMNS depende de tres parámetros: *valor umbral o límite para el alerta, tiempo hasta la aplicación de la alarma y riesgo para la integridad.* La comprobación de la integridad permite avisar de que, a efectos de la navegación, no pueden usarse determinadas observaciones (erróneas) o el sistema SMNS en general.

- *La comprobación de la integridad externa* está a cargo de las estaciones externas.
- *La comprobación de la integridad interna* se lleva a cabo a bordo de un buque.

Continuidad. Probabilidad de que, en el supuesto de que el receptor no esté averiado, un usuario pueda determinar la situación con una precisión especificada y comprobar la integridad de la situación determinada durante el (breve) intervalo de tiempo que dure una operación en particular dentro de un sector limitado de la zona de cobertura.

Corrección. El valor numérico de una corrección es el mejor cálculo posible de la diferencia entre el valor verdadero y el valor medido de un parámetro. El signo será tal que la corrección que vaya a sumarse a una lectura observada se tome como positiva.

Dilución de la precisión (DP). Factor para calcular la degradación de la precisión de las coordenadas de la situación y la hora facilitadas por el SMNS debida a consideraciones geométricas de la constelación de satélites SMUS utilizadas por el receptor.

- *Dilución de la precisión geométrica (DPG).* Factor para la precisión combinada de una situación en tres dimensiones y la hora.
- *Dilución de la precisión horizontal (DPH).* Factor para la precisión de una situación en el plano horizontal.
- *Dilución de la precisión de la situación (DPS).* Factor para la precisión de una situación en tres dimensiones.
- *Dilución de la precisión temporal (DPT).* Factor para la precisión de la hora.
- *Dilución de la precisión vertical (DPV).* Factor para la precisión de una situación en el plano vertical.

Disponibilidad. Porcentaje de tiempo durante el que una ayuda o un sistema de ayudas realiza una función deseada en condiciones predeterminadas. La falta de disponibilidad puede deberse a interrupciones previstas o imprevistas:

- *Disponibilidad de la señal.* Disponibilidad de una señal radioeléctrica en una zona de cobertura específica.
- *Disponibilidad del sistema.* Disponibilidad del sistema para un usuario, incluida la disponibilidad de la señal y el funcionamiento del receptor del usuario.

Distancia media cuadrática. Valor medio cuadrático de las distancias radiales entre la situación verdadera y las situaciones observadas durante varias pruebas.

Duplicación. Existencia de más de un medio o equipo para realizar una función determinada con objeto de que aumente la fiabilidad del sistema en su totalidad.

Error a lo largo de la derrota. El componente del error técnico del buque en la dirección de la derrota prevista.

Error aleatorio. Error del que sólo pueden predecirse las propiedades estadísticas.

Error cartográfico. Errores de situación en las cartas causados por inexactitudes en los reconocimientos y por errores del sistema geodésico de referencia.

Error circular probable (ECP). Radio de un círculo con centro en la situación calculada, dentro del que se encuentra la situación verdadera con un grado de confianza del 50%.

Error del sistema de navegación (ESN). Combinación del error de la situación determinada por el SMNS y el *error cartográfico*. El ESN máximo puede describirse del siguiente modo:

$$\text{ESNmax} = \text{Error cartográfico} + \text{error SMNS} + \text{otros errores de navegación}$$

Error detectable marginalmente (EDM). Desviación máxima de la situación, producida por la TDM en una de las observaciones.

Error medio cuadrático (EMC). El error medio cuadrático se refiere a la variabilidad de una medición unidimensional. En este caso, tal error es también una estimación de la desviación típica de los errores.

Error sistemático. Un error que no es aleatorio debido a que responde a cierta clase de pauta.

Error técnico del buque (ETB). Diferencia entre la situación indicada de la nave y el mando indicado o situación deseada. Es una medida de la precisión con la que se controla la nave.

Error total del sistema (ETS). La eficacia de la navegación general del buque puede determinarse mediante el ETS. Suponiendo que los aportes del ESN y del ETB al ETS son aleatorios, el ETS puede describirse de la manera siguiente:

$$ETS^2 = ESN^2 + ETB^2$$

Error transversal de la derrota. Componente del error técnico del buque perpendicular a la derrota prevista.

Errores crasos. Los errores crasos, o "aberrantes" son aquellos que no son aleatorios ni sistemáticos. A menudo son graves y, por definición, imprevisibles. Se producen normalmente por cambios súbitos en las circunstancias físicas reinantes, averías del sistema o errores humanos.

Exactitud. Precisión de una medición o una situación con respecto a errores aleatorios.

Fiabilidad (de la determinación de una situación). Medida de la propagación de un error craso no detectado en una observación con respecto a la determinación de la situación. Esta fiabilidad "externa" se expresa habitualmente en términos del error detectable marginalmente (EDM).

Fiabilidad (de una observación). Medida de la eficacia con que se pueden detectar los errores crasos. Esta fiabilidad "interna" se expresa habitualmente en términos de la tendencia detectable marginalmente (TDM).

Integridad. Capacidad para advertir a los usuarios, dentro de un plazo determinado, de que el sistema no debe utilizarse para la navegación.

Intensificación. Cualquier técnica para mejorar el SMNS a fin de que el usuario pueda realizar una navegación más precisa.

- *Sistema satelitario de intensificación (SSI).* Sistema que transmite señales adicionales por satélite para mejorar el funcionamiento del servicio del SMNS.
- *Sistema terrestre de intensificación (STI).* Sistema que transmite señales adicionales desde una estación terrena a fin de mejorar el funcionamiento del servicio del SMNS.

Intervalo de confianza. Intervalo numérico dentro del que se estima que se encuentra una incógnita con una confianza determinada.

Intervalo de las situaciones obtenidas (en segundos). El tiempo máximo, en segundos, entre situaciones obtenidas.

Latencia. Tiempo que transcurre entre las observaciones sobre la navegación y la solución presentada para la navegación.

Límite de alerta (o valor umbral). Error máximo admisible en la situación medida -durante la comprobación de la integridad- antes de que se active una alarma.

Límites de confianza. Extremos de un intervalo de confianza.

Navegación. Proceso de planificación, registro y control de los movimientos de una nave que se desplaza de un lugar a otro.

Nivel de confianza. Porcentaje que expresa el grado de confianza de que una indicación determinada sea correcta o de que un intervalo (numérico) dado contenga una incógnita.

Precisión. Grado de conformidad entre el parámetro calculado o medido de una nave en un momento determinado y el parámetro verdadero en ese momento. (En este sentido, los parámetros pueden ser las coordenadas de la situación, la velocidad, la hora, el ángulo, etc.).

- *Precisión absoluta (precisión geodésica o geográfica).* Precisión de una situación calculada con respecto a las coordenadas geográficas o geodésicas de la Tierra.
- *Precisión geodésica o geográfica.* Véase *Precisión absoluta*.
- *Precisión previsible.* Precisión de la situación estimada con respecto a la situación obtenida por referencia a una carta.
- *Precisión relativa.* Precisión con que un usuario puede determinar su situación en relación con la de otro usuario del mismo sistema de navegación en un momento dado.
- *Precisión repetible.* Precisión con que un usuario puede regresar a una situación cuyas coordenadas se han medido previamente con mediciones sin correlación efectuadas por el mismo sistema de navegación.

Pseudolite (pseudosatélite). Estación de intensificación situada en tierra que transmite señales análogas a las del SMNS y ofrece al usuario parámetros adicionales para la navegación.

Punto aislado de fallo. Parte de un sistema de navegación que carece de duplicación, de modo que un fallo en la misma causará el fallo de todo el sistema.

Radiodeterminación. Determinación de la situación, u obtención de datos relativos a la situación, mediante las propiedades de propagación de las ondas radioeléctricas.

Radiolocalización. Radiodeterminación utilizada para fines que no sean de radionavegación.

Radionavegación. Empleo de las señales radioeléctricas en apoyo de la navegación para determinar la situación o dirección o para indicar la presencia de obstáculos.

Repetibilidad. Precisión de un sistema de determinación de la situación cuando sólo se tienen en cuenta los errores aleatorios. La repetibilidad se expresa habitualmente en un círculo de probabilidad del 95%.

Riesgo de integridad. Probabilidad de que el error respecto de la situación indicada al usuario sea, en cualquier momento o lugar dentro de la zona de cobertura, superior al valor umbral sin que se active una alarma pese a haber transcurrido el tiempo predeterminado para la alarma.

Servicio del SMNS. Se refiere a las propiedades de la señal espacial proporcionada por los segmentos espacial y terrenos del SMNS.

Servicio mundial de navegación por satélite. Señal espacial que facilitan al usuario los segmentos espaciales y terrenos del SMNS.

Sistema de navegación integrado. Sistema en el que la información procedente de dos o más ayudas a la navegación se combina de manera simbiótica para dar un producto que es superior al de cualquiera de las ayudas que lo integran.

Sistema del SMNS. Se refiere a las propiedades del servicio del SMNS más el receptor.

Sistema diferencial. Sistema de intensificación en el que las señales de radionavegación se comprueban en una situación conocida, y las correcciones determinadas de ese modo se transmiten a los usuarios en la zona de cobertura.

Sistema geodésico mundial (SGM). Serie coherente de parámetros para describir el tamaño y la forma de la Tierra, las situaciones de una red de puntos con respecto al centro de gravedad de la Tierra, las transformaciones respecto de los dátum geodésicos importantes y el potencial de la Tierra.

Sistema geodésico PZ-90. Serie coherente de parámetros, elaborada en 1990 y utilizada en GLONASS, para describir el tamaño y la forma de la Tierra, las situaciones de una red de puntos con respecto al centro de gravedad de la Tierra, las transformaciones respecto de los dátum geodésicos importantes y el potencial de la Tierra.

Sistema mundial de determinación de la situación (GPS). Sistema espacial de radiodeterminación de la situación, navegación y transferencia de señales horarias, administrado por el Gobierno de los Estados Unidos.

Sistema mundial de navegación por satélite (SMNS). Sistema mundial de radiodeterminación de la situación, la hora y la velocidad que comprende segmentos espaciales, terrenos y del usuario.

Sistema orbital mundial de navegación por satélite (GLONASS). Sistema espacial de radiodeterminación de la situación, navegación y transferencia de señales horarias, administrado por el Gobierno de la Federación de Rusia.

Situación obtenida. Situación determinada después de procesar los datos de varias observaciones sobre la navegación.

Situación verdadera (2D). Coordenadas de longitud y latitud, sin errores, correspondientes a un determinado dátum geodésico.

Situación verdadera (3D). Coordenadas de longitud, latitud y altura, sin errores, correspondientes a un determinado dátum geodésico.

Tasa de averías. Promedio del número de averías de un sistema, o parte de un sistema, por unidad de tiempo. (Véase también *Tiempo medio entre averías*).

Tasa de situaciones obtenidas. Número de situaciones obtenidas por unidad de tiempo.

Tendencia detectable marginalmente (TDM). Magnitud mínima de un error craso ocurrido en una observación y que puede ser detectado con unas probabilidades de errores de tipo 1 y 2 dadas. Se produce un error de tipo 1 cuando se rechaza equivocadamente una observación sin un error craso, y un error de tipo 2 cuando se acepta equivocadamente una observación con un error craso.

Tiempo hasta la alarma. Tiempo transcurrido desde que se produce un fallo del sistema hasta su indicación en el puente.

Tiempo medio entre averías (TMEA). Promedio del tiempo transcurrido entre dos averías consecutivas de un sistema o de una parte del mismo.

Valor umbral (o límite de alerta). Error máximo admisible en la situación medida -durante la comprobación de la integridad- antes de que se active una alarma.

GLOSARIO

AIMS	Asociación internacional de señalización marítima
CAIN	Comprobación autónoma de la integridad en la nave
CAIR	Comprobación autónoma de la integridad en el receptor
Chayka	Sistema de radionavegación análogo al LORAN-C, administrado por el Gobierno de la Federación de Rusia
CMR	Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT
COI	Capacidad operativa inicial
COT	Capacidad operativa total
CSM	Comité de Seguridad Marítima
DGPS	Sistema mundial de determinación de la situación diferencial
DTOA	La diferencia de hora de llegada de sucesos en dos señales
EGNOS	Servicio europeo de complemento geostacionario de navegación
ESN	Error del sistema de navegación
ETB	Error técnico del buque
ETS	Error total del sistema
GLONASS	Sistema orbital mundial de navegación por satélite, administrado por el Gobierno de la Federación de Rusia
GPS	Sistema mundial de determinación de la situación, administrado por el Gobierno de los Estados Unidos
LORAN-C	Sistema de radionavegación hiperbólica de baja frecuencia basado en mediciones del tiempo de llegada o del tiempo de llegada diferencial de eventos mediante impulsos
MSAS	Sistema satelitario multiuso de intensificación elaborado por el Gobierno del Japón
NAV	Subcomité de Seguridad de la Navegación de la OMI
Navegador Decca	Sistema de radionavegación hiperbólica de baja frecuencia basado en técnicas de comparación de fase
NGV	Nave de gran velocidad

OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OHI	Organización Hidrográfica Internacional
OMI	Organización Marítima Internacional
RDT	Registrador de datos de la travesía
SAR	Búsqueda y salvamento
SES	Señal en el espacio
SIA	Sistema de identificación automática
SIAL	Sistema de intensificación de área local
SMNS	Sistema mundial de navegación por satélite
SMNS-1	Sistema mundial de navegación por satélite, basado en la intensificación del GPS y el GLONASS, que está desarrollando la Unión Europea
SMNS-2	Futuro sistema mundial de navegación por satélite que está desarrollando la Unión Europea
SMNSDAL	SMNS diferencial de área local
SMSSM	Sistema mundial de socorro y seguridad marítimos
STM	Servicios de tráfico marítimo
TDL	Tiempo de llegada de un evento en una señal
UE	Unión Europea
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
WAAS	Sistema de intensificación en una amplia zona elaborado por el Gobierno de los Estados Unidos
WWRNS	Sistema mundial de radionavegación

APÉNDICE 2

CUADRO DE REQUISITOS MÍNIMOS DE LOS USUARIOS MARÍTIMOS PARA LA NAVEGACIÓN EN GENERAL

	Parámetros aplicables al sistema				Parámetros aplicables al servicio			
	Precisión absoluta	Límite de alerta (metros)	Tiempo hasta la alarma ² (segundos)	Riesgo para la integridad (en 3 horas)	Disponibilidad % en 30 días	Continuidad % en 3 horas	Cobertura	Intervalo de las situaciones obtenidas ² (segundos)
Navegación oceánica	10	25	10	10 ⁻⁵	99,8	S D ¹	Mundial	1
Navegación costera	10	25	10	10 ⁻⁵	99,8	S D ¹	Mundial	1
Accesos a puertos y aguas restringidas	10	25	10	10 ⁻⁵	99,8	99,97	Regional	1
Puertos	1	2,5	10	10 ⁻⁵	99,8	99,97	Local	1
Vías de navegación interior	10	25	10	10 ⁻⁵	99,8	99,97	Regional	1

Observaciones: 1: La continuidad no es pertinente para la navegación oceánica y costera.

2: Es posible que se precisen requisitos más rigurosos para los buques que navegan a una velocidad superior a 30 nudos.

APÉNDICE 3

CUADRO DE REQUISITOS MÍNIMOS DE LOS USUARIOS MARÍTIMOS RESPECTO DE LA DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN

	Parámetros aplicables al sistema				Parámetros aplicables al servicio			Intervalo de las situaciones obtenidas ² (segundos)	
	Precisión		Límite de alerta (metros)	Tiempo hasta la alarma ² (segundos)	Riesgo para la integridad (en 3 horas)	Disponibilidad % en 30 días	Continuidad % en 3 horas		Cobertura
	Horizontal (metros)	Vertical ¹ (metros)							
Operaciones	Precisión relativa								
• remolcadores y empujadores	1		2,5	10	10 ⁻⁵	99,8	99,97	Local	1
• rompehielos	1		2,5	10	10 ⁻⁵	99,8	99,97	Local	1
• prevención automática de abordajes	10		25	10	10 ⁻⁵	99,8	99,97	Mundial	1
	Precisión absoluta								
• control de la derrota	10	S D	25	10	10 ⁻⁵	99,8	99,97	Mundial	1
• ataque automático	0,1		0,25	10	10 ⁻⁵	99,8	99,97	Local	1
	Gestión del tráfico³								
• coordinación buque-buque	10		25	10	10 ⁻⁵	99,8	99,97	Mundial	1
• coordinación buque-costera	10		25	10	10 ⁻⁵	99,8	99,97	Regional	1
• gestión del tráfico costera-buque	10		25	10	10 ⁻⁵	99,8	99,97	Regional	1

Observaciones: 1: Para determinadas operaciones en puertos y aguas restringidas se podría exigir exactitud en el plano vertical.

2: Es posible que se precisen requisitos más rigurosos para los buques que navegan a una velocidad superior a 30 nudos.

3: En determinadas zonas, por ejemplo el mar Báltico, es posible que las aplicaciones para la gestión del tráfico requieran una mayor precisión.

Cuadro 1: Aplicaciones para las maniobras y la gestión del tráfico

CUADRO DE REQUISITOS MÍNIMOS DE LOS USUARIOS MARÍTIMOS RESPECTO DE LA DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN
(continuación)

	Parámetros aplicables al sistema				Parámetros aplicables al servicio			Intervalo de las situaciones obtenidas ² (segundos)	
	Precisión		Integridad		Disponibilidad % en 30 días	Continuidad % en 3 horas	Cobertura		
	Horizontal (metros)	Vertical ¹ (metros)	Límite de alerta (metros)	Tiempo hasta la alarma ² (segundos)	Riesgo para la integridad (en 3 horas)				
Búsqueda y salvamento	10	S D	25	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Mundial	1
Hidrografía	1 - 2	0,1	2,5 - 5	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Regional	1
Oceanografía	10	10	25	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Mundial	1
Ingeniería naval, construcción, mantenimiento y gestión									
• dragado	0,1	0,1	0,25	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Local	1
• tendido de cables y tuberías	1	S D	2,5	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Regional	1
• obras de construcción	0,1	0,1	0,25	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Local	1
Gestión de las ayudas a la navegación	1	S D	2,5	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Regional	1

Cuadro 2: Búsqueda y salvamento, hidrografía, oceanografía, ingeniería naval, construcción, mantenimiento y gestión, y gestión de las ayudas a la navegación

CUADRO DE REQUISITOS MÍNIMOS DE LOS USUARIOS MARÍTIMOS RESPECTO DE LA DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN (continuación)

	Parámetros aplicables al sistema				Parámetros aplicables al servicio			Intervalo de las situaciones obtenidas ² (segundos)	
	Precisión		Integridad	Riesgo para la integridad (en 3 horas)	Disponibilidad % en 30 días	Continuidad % en 3 horas	Cobertura		
	Horizontal (metros)	Vertical ¹ (metros)	Límite de alerta (metros)	Tiempo hasta la alarma ² (segundos)					
Operaciones portuarias	Precisión absoluta								
• STM local	1	S D	2,5	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Local	1
• gestión de carga y contenedores	1	1	2,5	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Local	1
• cumplimiento de la legislación	1	1	2,5	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Local	1
• manipulación de la carga	0,1	0,1	0,25	1	10 ⁻⁵	99,8	S D	Local	1
Análisis de siniestros	Precisión previsible								
• navegación oceánica	10	S D	25	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Mundial	1
• navegación costera	10	S D	25	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Mundial	1
• accesos a puertos y vías restringidas	1	S D	2,5	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Regional	1
Exploración y explotación mar adentro	Precisión absoluta								
• exploración	1	S D	2,5	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Regional	1
• perforaciones de evaluación	1	S D	2,5	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Regional	1
• explotación de yacimientos	1	S D	2,5	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Regional	1
• apoyo a la producción	1	S D ²	2,5	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Regional	1
• postproducción	1	S D ²	2,5	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Regional	1

Observaciones: 1: Es posible que se precisen requisitos más rigurosos para los buques que navegan a una velocidad superior a 30 nudos.

2: Se requiere una precisión vertical de unos centímetros (menos de 10) para vigilar el asentamiento de las plataformas.

Cuadro 3: Operaciones portuarias, análisis de siniestros y exploración y explotación mar adentro

CUADRO DE REQUISITOS MÍNIMOS DE LOS USUARIOS MARÍTIMOS RESPECTO DE LA DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN (continuación)

	Parámetros aplicables al sistema				Parámetros aplicables al servicio				
	Precisión		Límite de alerta (metros)	Tiempo hasta la alarma ² (segundos)	Riesgo para la integridad (en 3 horas)	Disponibilidad % en 30 días	Continuidad % en 3 horas	Cobertura	Intervalo de las situaciones obtenidas ² (segundos)
Horizontal (metros)	Vertical ¹ (metros)	Precisión absoluta							
Pesca									
• localización de las zonas de pesca	10	S D	25	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Mundial	1
• determinación de la situación durante la pesca ²	10	S D	25	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Mundial	1
• análisis de la producción	10	S D	25	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Mundial	1
• vigilancia de pesquerías	10	S D	25	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Mundial	1
Actividades recreativas	Precisión absoluta								
• en zonas oceánicas	10	S D	25	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Mundial	1
• en zonas costeras	10	S D	25	10	10 ⁻⁵	99,8	S D	Mundial	1
• en accesos a puertos y aguas restringidas	10	S D	25	10	10 ⁻⁵	99,8	99,97	Regional	1

Observaciones: 1: Es posible que se precisen requisitos más rigurosos para los buques que navegan a una velocidad superior a 30 nudos.

2: Es posible que se precisen requisitos más rigurosos para las operaciones locales de pesca.

Cuadro 4: Aplicaciones para la pesca y las actividades recreativas

APÉNDICE 4
DESARROLLO DEL FUTURO SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (SMNS)
(DATOS INDICATIVOS)

Año	95	96	97	98	99	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Tarea																			
OMI	- Interna																		
	- GTTP/1	+																	
	- NAV/41	+																	
	- GTTP/2		+																
	- NAV/42		+																
	- CSM/66		+																
	- NAV/43			+															
	- Asamblea/20			+															
	- Asamblea/21				+														
	- CSM/73					+													
	- Asamblea/22						+												
UIT																			
	- Programa CMR 2000					+													
	CMR 2000 y 2003																		
	- Atribución de frecuencias								+										+

Tarea

95 96 97 98 99 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

OMEGA
 DECCA
 LORAN-C (EE.UU.)
 LORAN (fuera de EE.UU.)
 Chayka

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

GPS

- reconocimiento por la OMI

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

- WAAS

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

- WAAS/COT

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

- EGNOS (UE)

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

- EGNOS/COI

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

- EGNOS/COT

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

- MTSAT

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

- MSAT/COT

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

- DGPS

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

- Eurofix

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

GLONASS

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

- reconocimiento por la OMI

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

GALILEO (UE)

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

SMNS - Infraestructura

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

- Acuerdos internacionales

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

- Contrato/proyecto/desarrollo

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====

- Transición

=====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
 =====
