

SECCIÓN 8J: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DE EXPLOTACIÓN DE LAS RADIOCOMUNICACIONES QUE UTILIZAN EL SERVICIO DE SOCORRO Y SEGURIDAD POR SATELITE, Y DE LOS SERVICIOS DE RADIODETERMINACIÓN POR SATELITE

INFORME 1045-1 \*

**PROGRAMA DE PRUEBAS COORDINADAS Y DEMOSTRACIONES PREOPERACIONALES DE LAS RLS POR SATELITE UTILIZANDO EL SEGMENTO ESPACIAL ESTACIONARIO INMARSAT QUE FUNCIONA EN LA BANDA DE 1,6 GHz**

(Cuestión 90/8)

(1986)

1. Programa de pruebas coordinadas

1.1 **Introducción**

1.1.1 En la 21ª sesión del Subcomité de Radiocomunicaciones de la Organización Marítima Internacional (OMI) (28 de enero-1 de febrero de 1980), esta Organización solicitó al Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR), que coordinase las pruebas de diversos sistemas de radiobalizas de localización de siniestros (RLS) por satélite que habían desarrollado diversas administraciones. Esta solicitud se señaló a la atención de la Comisión de Estudio 8 del CCIR.

1.1.2 Al mismo tiempo, la OMI recomendó que la Organización Internacional de Satélites Marítimos (INMARSAT) incluyese un servicio RLS por satélite en el sistema de satélites geoestacionarios INMARSAT.

1.1.3 En respuesta a esta solicitud, INMARSAT manifestó su voluntad de consultar al CCIR sobre las características de calidad del segmento espacial adecuadas al funcionamiento de la RLS por satélite. Asimismo INMARSAT observó que las RLS por satélite constituirán un elemento esencial del futuro sistema mundial de socorro y seguridad marítimos (FSMSSM) de la OMI y consideró que el CCIR debería establecer las características técnicas de este servicio de RLS por satélite prioritario, teniendo en cuenta las necesidades de explotación.

1.1.4 Subsiguientemente, INMARSAT decidió apoyar al CCIR en su tarea de coordinar y realizar las pruebas previstas de diversos diseños de RLS por satélite que utilizarán enlaces geoestacionarios en 1,6 GHz y expresó su deseo de hacer disponible cierta capacidad de segmento espacial para las pruebas coordinadas por el CCIR.

1.1.5 Estas consideraciones se señalaron a la atención del Relator Principal de la Comisión de Estudio 8 durante la Reunión Intermedia de dicha Comisión celebrada en Ginebra del 26 de noviembre al 19 de diciembre de 1980. En respuesta a las peticiones de la OMI y de INMARSAT, la Comisión de Estudio 8 modificó el mandato del Grupo Interino de Trabajo (GIT) 8/7 del CCIR, a fin de que pudiera acometer los trabajos necesarios.

1.1.6 En la Reunión Final de la Comisión de Estudio 8 (Ginebra, 1981), la Comisión examinó el trabajo del GIT 8/7 en el que se incluía el Plan de pruebas coordinadas. En [CCIR, 1978-82a], se describe los objetivos de las pruebas según se aprobaron por la Comisión de Estudio 8. Este documento fue enviado al Consejo de INMARSAT para su consideración.

1.1.7 La Comisión de Estudio 8 aprobó asimismo la formación de un Subgrupo del GIT 8/7 bajo la presidencia del Sr. M. A. Johnson (Reino Unido) para convenir los detalles de las pruebas. El Presidente del Subgrupo establecerá el enlace entre el Subgrupo e INMARSAT. Posteriormente, se amplió el mandato del Subgrupo a fin de que incluyera la evaluación de los resultados y las bases para la Recomendación.

\* Se ruega al Director del CCIR que señale este Informe a la atención de la Organización Marítima Internacional (OMI) y de la Organización INMARSAT.

1.1.8 El programa de pruebas coordinadas (CTP – Coordinated trials programme) de las RLS por satélite se realizó entre enero de 1982 y abril de 1983 en cinco fases.

*Fase 1:* Pruebas de laboratorio, empleando un mezclador con conversión inferior de prueba, para reemplazar el enlace por satélite y utilizando un simulador sencillo.

Se realizaron estas pruebas a fin de evaluar y optimizar el diseño y analizar la resistencia frente a las interferencias.

*Fase 2:* Pruebas en tierra con el satélite.

*Fase 3:* Se efectuaron pruebas en el mar utilizando el satélite de modo independiente, desde varios lugares y estaciones terrenas costeras, a fin de verificar los resultados de las Fases 1 y 2.

*Fase 4:* Pruebas coincidentes con simulador utilizando el satélite. Estas pruebas constituyeron la base de los datos en los que se fundó la comparación entre los diversos sistemas. Todos los sistemas estaban sujetos a condiciones controladas, similares para asegurar la uniformidad de evaluación.

*Fase 5:* Pruebas coincidentes en el mar utilizando el satélite para verificar que los resultados obtenidos mediante el simulador representaban con exactitud los obtenidos en el mar.

1.1.9 El objetivo principal de las pruebas era efectuar una comparación directa de la calidad de funcionamiento de varios posibles sistemas geoestacionarios que funcionaban a 1,6 GHz, probándolos en condiciones similares. Las pruebas evitaron también la duplicidad de esfuerzos por parte de los países implicados en ellas y aseguraron el empleo óptimo de los recursos disponibles.

Los objetivos específicos de las pruebas fueron:

- preparar un plan de pruebas de operaciones detallado para el programa de pruebas coordinadas (CTP) de las RLS por satélite que utilizan el segmento espacial INMARSAT.
- evaluar los datos de pruebas obtenidos del CTP;
- preparar un informe sobre los resultados de las pruebas finales del CTP;
- preparar un proyecto de Recomendación sobre características de las RLS por satélite destinadas a funcionar en un satélite geoestacionario, a 1,6 GHz.

1.1.10 En estas pruebas participaron seis países: República Federal de Alemania, Japón, Noruega, Reino Unido, Estados Unidos de América y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.

1.1.11 INMARSAT adoptó disposiciones para los segmentos espacial y terreno. La Agencia Espacial Europea (ESA) proporcionó la estación terrena para las Fases 4 y 5. La Institución Alemana de Investigación Espacial (German Aerospace Research Establishment (DFVLR)), proporcionó el simulador de canal para la Fase 4 y el Instituto Hidrográfico Alemán proporcionó el barco de pruebas para la Fase 5.

1.1.12 Japón no pudo participar en las Fases 4 y 5, si bien desarrolló, independientemente, algunas pruebas en simulador, así como en el mar, en una campaña de Fase 3 ampliada.

1.1.13 El Subgrupo del GIT 8/7, celebró siete reuniones. En la reunión final mantenida en la sede de la OMI en Londres del 25 de octubre al 3 de noviembre de 1983, se aprobó el informe final.

1.1.14 El presente Informe, es una versión resumida del informe final del Subgrupo e incluye un resumen del procedimiento de evaluación, una comparación de los parámetros de calidad del sistema junto con las conclusiones alcanzadas y las bases del proyecto de Recomendación, así como una especificación recomendada para una futura RLS por satélite común. El informe final completo del Subgrupo del GIT 8/7 relativo al programa de pruebas coordinadas, puede consultarse en la Secretaría del CCIR.

## 1.2 Resumen de la evaluación

### 1.2.1 Correlación de los resultados de las pruebas correspondientes a la Fase 4 y a la Fase 5

Puede efectuarse una comparación entre los resultados de las pruebas correspondientes a la Fase 4 y a la Fase 5 para el sistema de la República Federal de Alemania, ya que se utilizó la misma boya para registrar las cintas de la Fase 4 y de la Fase 5 de la República Federal de Alemania y no se modificó el procesador del receptor entre ambas Fases. Dentro de la gama de exactitud de las mediciones de la relación  $C/N_0$ , existe una buena concordancia entre los resultados.

Las pruebas japonesas en el simulador y en el mar mostraron también una buena correlación para los sistemas MDF y MDP.

Para los restantes sistemas, solamente puede efectuarse una correlación si se tienen en cuenta las modificaciones realizadas entre las Fases 4 y 5, que comprenden:

- diferente diseño de la boya,
- distinto diagrama de radiación de la antena; y
- modificación de la técnica de procesamiento.

#### 1.2.2 Tiempo de transferencia del mensaje y sensibilidad de los receptores de los sistemas

Se define el tiempo de transferencia del mensaje (TTM) como el tiempo que discurre entre la iniciación de la transmisión por la RLS por satélite y la lectura de un mensaje sin errores en la estación terrena costera. El TTM empleado en la evaluación, es el intervalo del tiempo dentro del cual se recibió el 90% de los mensajes con una probabilidad de error menor o igual que el 1% (TTM<sub>90</sub>).

Se midió la sensibilidad de recepción para cada uno de los sistemas, como el valor mínimo promediado de la relación  $C/N_0$  para la cual la calidad de funcionamiento del sistema permanecía dentro de una fiabilidad de transmisión de los mensajes del 99%, especificada por la OMI para una única transmisión de la RLS por satélite, teniendo en cuenta el TTM<sub>90</sub> asociado. El Subgrupo del GIT 8/7 consideró que los parámetros TTM<sub>90</sub> y relación  $C/N_0$  promediada eran los más importantes para evaluar la calidad de funcionamiento de los sistemas.

Los valores de  $C/N_0$  y TTM<sub>90</sub> se determinaron en las pruebas de la Fase 4, utilizando el simulador de canal con desvanecimiento de la DFVLR con las cintas números T4 y ST2. Japón efectuó pruebas independientes con el simulador, empleando las cintas ST2, T16 y T26. En el cuadro I, se muestran las características principales de estas cintas (la cinta T26 correspondía a 406 MHz y no se ha incluido en el cuadro I).

CUADRO I - Cintas utilizadas para la prueba principal

	Ángulo de elevación (grados)	Altura de las olas (m)	Margen de desvanecimiento <sup>(1)</sup> (dB)	Relación $C/M$ <sup>(2)</sup> (dB)	Anchura de banda de dispersión Doppler (Hz)	Desplazamiento Doppler máximo de larga duración (Hz)
T4	2,5	1,5-2,5	18	4,3	0,6	± 15
ST2	5	16	24	2	1	± 17,2
T16 <sup>(3)</sup>	5	1	16,5	5,4	1	± 25

<sup>(1)</sup> Margen de desvanecimiento del 1%, el 98% de todos los desvanecimientos están dentro de este margen.

<sup>(2)</sup> Relación portadora/multitrayecto.

<sup>(3)</sup> Solamente para Japón.

A fin de hacer máximo el volumen de datos obtenidos, las transmisiones eran continuas, recogiendo una señal de discontinuidad en el receptor. Para verificar, que este procedimiento proporcionaba resultados representativos, se efectuó una comparación con el TTM mediante conmutación de activación/desactivación de la transmisión.

Los datos obtenidos en las pruebas de las Fases 4 y 5 se acumularon dentro de una gama de  $\langle C/N_0 \rangle$  de 1,5 dB como máximo.

Los valores promediados de  $\langle C/N_0 \rangle$  utilizados en evaluaciones posteriores se obtuvieron ponderando los resultados con el número de transmisiones y el valor de  $\langle C/N_0 \rangle$  de cada conjunto particular de datos. Se utilizó la fórmula siguiente:

$$\langle C/N_0 \rangle = \frac{\sum_{i=1}^m (C/N_0)_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^m n_i}$$

En la obtención de  $TTM_{90}$  se tuvieron en cuenta todos los datos de conjuntos  $C/N_0$  cuyos valores estaban dentro del margen de acumulación de 1,5 dB.

En la evaluación final de la Fase 4, se decidió utilizar solamente la cinta ST2, porque representa las condiciones de caso más desfavorable de altura de las olas y ángulos de elevación; sin embargo, la cinta no incluía los efectos de bloqueo por olas.

### 1.2.3 Capacidad del sistema

Se definió la capacidad del sistema como el número de transmisiones simultáneas de RLS por satélite capaces de ser procesadas dentro de un periodo de 10 min. Este parámetro, empleado por el Subgrupo del GIT 8/7 para la evaluación comparativa de los diversos sistemas candidatos se obtuvo sobre la base de datos empíricos recopilados durante las pruebas de la Fase 4 y mediante un análisis estadístico, suponiendo una anchura de banda de 200 kHz, un tiempo de transmisión de  $2 \times TTM_{90}$  y el factor de actividad recomendado que se propone en el apéndice III a la Recomendación 632.

La metodología utilizada en los cálculos de capacidad del sistema tiene en cuenta las mediciones de separación de frecuencias entre las RLS por satélite interferentes (obtenidas durante las pruebas de la Fase 4), el proceso de fabricación de la RLS por satélite (es decir la distribución de las frecuencias centrales del transmisor y las tolerancias de estabilidad del oscilador), las características espectrales de la transmisión (por ejemplo, para sistemas de espectro ensanchado, el nivel de potencia en lóbulos laterales, situación de lóbulos laterales, etc.). La dispersión geográfica de las RLS por satélite (limitada solamente a los efectos de las transmisiones, en ángulos de elevación grandes sobre las de ángulos de elevación pequeños) factor de actividad y probabilidad deseada de no interferencia (especificada por la OMI como  $0,95/0,99 = 0,9596$ ). En [Kaminsky y otros, 1983] puede encontrarse la descripción detallada de la metodología empleada en estos cálculos, con inclusión de los listados de programas de soporte lógico.

### 1.2.4 Resistencia a la interferencia

Se determinó la resistencia del sistema a la interferencia en función de la separación mínima de frecuencias necesaria entre la señal deseada y la señal interferente para que no haya una degradación sustancial de la calidad de funcionamiento. Se determinó este valor en la Fase 4, con una transmisión de onda continua y una transmisión telefónica MF simulada, con una p.i.r.e. de 10 dB y 15 dB, respectivamente, sobre la p.i.r.e. nominal de la RLS por satélite. Al final de la prueba se determinó el valor de  $\Delta f$ . Los resultados figuran en el cuadro II.

### 1.2.5 Realización del sistema multicanal

Debe observarse que al pasar de un sistema monocanal a otro multicanal, la realización del tratamiento puede afectar la calidad de funcionamiento del sistema debido a la:

- detección de la señal en una banda de frecuencias amplia;
- discriminación del ruido y de señales no deseadas (interferentes);
- correlación de una boya en un ambiente multiboya y ambiente de desvanecimiento intenso en el mismo procesador durante la totalidad del TTM;
- seguimiento/demodulación con muchas señales de boyas.

### 1.3 Comparación de los parámetros de calidad de funcionamiento

1.3.1 El cuadro II, proporciona una comparación entre la calidad de funcionamiento en la Fase 4 y Fase 5 de diversos sistemas en términos de sensibilidad del sistema, ( $C/N_0$ ), tiempo de transferencia del mensaje (percentilo 90) ( $TTM_{90}$ ), resistencia a la interferencia representada por transmisiones de onda continua y telefónicas en función del desplazamiento de frecuencia mínimo para el que no hay degradación de la calidad ( $\Delta f_{CW}$  y  $\Delta f_{MF}$ , respectivamente) y capacidad del sistema en términos de:

- el número de transmisiones que pueden procesarse en un periodo de 10 min;
- un análisis que utiliza el desplazamiento de frecuencia de la señal interferente mutua ( $\Delta f_{ic}$ );
- el factor de actividad recomendado;
- el valor de  $TTM_{90}$  medido.

1.3.2 Debe observarse que los resultados de la Fase 4 reseñados en el cuadro II, son los obtenidos con el simulador de canal y la cinta ST2, que representa las condiciones ambientales más desfavorables correspondientes a una altura de olas de 16 m y un ángulo de elevación de  $5^\circ$ ; sin embargo, esta cinta no incluye los efectos de bloqueo por olas.

1.3.3 Además, los resultados de la Fase 5 indicados por cada administración son los obtenidos en un día específico de pruebas en el mar que proporcionó el máximo número de puntos de evaluación, según criterios convenidos previamente. El Subgrupo del GIT 8/7, otorgó mayor importancia a la calidad de funcionamiento nominal para las condiciones de mar montañosa y/o ángulos de elevación pequeños y los resultados indicados en el cuadro II, corresponden en su totalidad a un despliegue de RLS por satélite en la máxima latitud Norte de unos  $71^\circ$  N, excepto la correspondiente a Japón que lo hace alrededor de  $15^\circ$  S, operando en el satélite del Océano Índico para todas las mediciones con ángulos de elevación menores de  $5^\circ$  y altura de las olas comprendida entre 1,5 y 2,5 m.

CUADRO II - Comparación de los parámetros de calidad de funcionamiento

	$C/N_0$ (dBHz)		$TTM_{90}$ (min)		Rechazo de interferencia ( $\Delta f$ ) (Hz)		Capacidad del sistema	
	Fase 4	Fase 5	Fase 4	Fase 5	CW	MF	$f_{ic}$ (Hz)	Número de transmisiones
Valores nominales	30	30	15	15	1000	1000	No disponibles	20
República Federal de Alemania	15,6	15,1	7,1	5,9	180	0	280	33
Japón <sup>(1)</sup> MDF	19,3	18,0	1,1	2,5	570 (Calculado)	570 (Calculado)	422 <sup>(2)</sup>	133
MDP	23,4	26,6	2,9	3,4	0 <sup>(3)</sup>	0 <sup>(3)</sup>	40 <sup>(3)</sup>	407
Noruega	20,6	19,2	3,3	4,97	1000 <sup>(4)</sup>	0	340	57
Reino Unido	37	35,5	12	5,6	0	No se hicieron pruebas	10	218
Estados Unidos de América	27,5	22,4	3,8	4,2	32	32	90	170
URSS	16,5	18,6	6,4	6	500	0	400	26

<sup>(1)</sup> Basados en pruebas independientes en simulador y pruebas en el mar en la Fase 3 ampliada.

<sup>(2)</sup> Se utilizó la cinta 16, no la ST2 como en los demás sistemas.

<sup>(3)</sup> Se utilizó la cinta 26, no la ST2 como en los demás sistemas.

<sup>(4)</sup> Cinco transmisiones mostraron que el sistema puede funcionar con  $\Delta f = 500$  Hz.

1.3.4 Durante la comprobación de todos los sistemas en las Fases 4 y 5 no se produjeron falsas alarmas.

1.3.5 Los valores de capacidad del sistema indicados en el cuadro II, podrían ser mayores para un sistema operacional en el que se aumentasen los niveles de relación  $C/N_0$ . Se reduciría así el tiempo de transferencia de mensaje y la duración de la ráfaga de transmisión. Debido a la dispersión geográfica de las RLS por satélite y, en consecuencia, a una variación relativa en las condiciones del estado del mar, se supone que para alguna de las RLS por satélite, el tiempo de transferencia de mensaje será menor que el periodo de transmisión de la RLS por satélite. En estas condiciones, se obtendría un aumento de capacidad debido a un posible solape en el comienzo de las transmisiones. Por otra parte la capacidad puede también decrecer debido a las posibilidades de una distribución no uniforme de las frecuencias de las RLS por satélite.

1.3.6 Se eligieron los valores nominales de los parámetros, como se indica en el cuadro II. Se consideraron adecuados los sistemas con un comportamiento superior al de los valores nominales. Como indicación de la calidad relativa de los sistemas, se tomó el margen entre el valor nominal y el valor registrado. Se compararon los sistemas para una combinación óptima de ángulos mínimos de elevación y estados de mar montañosa.

#### 1.4 Conclusiones

1.4.1 Los resultados del programa de pruebas coordinadas (CTP), confirmaron las ventajas e inconvenientes esperados de los sistemas de banda estrecha y banda ancha. Los sistemas de banda estrecha mostraron buen funcionamiento para valores reducidos de la relación  $C/N_0$  y los sistemas de banda ancha revelaron un mejor rechazo a la interferencia y una gran capacidad de acceso múltiple.

1.4.2 Los tres sistemas de banda ancha (Estados Unidos de América, Reino Unido y Japón) emplearon modulación MDP por pseudo ruido (SR) que proporciona buena calidad en un canal de tipo gaussiano. Los sistemas del Reino Unido y Japón adolecieron de pérdida de seguimiento de la señal durante desvanecimientos de señal intensos con rápidos desplazamientos de frecuencia por efecto Doppler. El sistema de Estados Unidos de América solventó este problema empleando detección no coherente.

1.4.3 El sistema de la URSS empleó MDP de banda estrecha con detección no coherente. Este sistema proporcionó una buena sensibilidad utilizando una técnica de tratamiento digital y mostró buenas posibilidades, aún cuando no está totalmente optimizado.

1.4.4 El sistema de la República Federal de Alemania, emplea modulación MDF y exhibió la mejor sensibilidad del receptor. Este sistema, que ha sido desarrollado y probado durante un periodo de 10 años, está muy cerca de su calidad óptima.

1.4.5 El sistema de banda estrecha de Japón, emplea modulación MDF y mostró buena sensibilidad y un tiempo de transferencia de mensajes muy pequeño. La Administración de Japón estimó que el desarrollo ulterior de sus sistemas (SR-MDP y MDF) más allá del sistema de la República Federal de Alemania, no concluiría a tiempo para la demostración de las RLS por satélite previa a la explotación que estaba previsto realizar en el periodo de transición del SMSSM. El sistema MDF japonés emplea 63 bit/s, mientras que el de la República Federal de Alemania, utiliza 32 bit/s. Esto permitió al sistema japonés conseguir un tiempo de transferencia de mensaje más corto, pero con una pérdida de sensibilidad.

1.4.6 El sistema de banda estrecha de Noruega, utiliza una modulación MDP de sub-portadora y ha mostrado buena sensibilidad junto con un tiempo de transferencia de mensaje corto, aunque está lejos de su desarrollo completo. Debido al corto tiempo disponible para comenzar la demostración previa a la explotación, Noruega no tiene intención de desarrollar más profundamente su sistema, sin un apoyo internacional firme.

1.4.7 Como resultado del programa de pruebas coordinadas (CTP), pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- la mayoría de los sistemas probados en el CTP, cumplieron los criterios de idoneidad para el tiempo de transferencia de mensaje y recepción sin errores con unas necesidades de potencia de la RLS por satélite pequeñas;
- en general, los sistemas de banda estrecha proporcionaron relaciones  $C/N_0$  menores que los sistemas de banda ancha, pero, en un sistema operacional, podrían resultar más susceptibles a la interferencia;
- en particular, la MDF de banda estrecha con corrección de errores, desarrollado por la República Federal de Alemania mostró una calidad de funcionamiento para valores de  $C/N_0$  menores que los demás sistemas.

1.4.8 Se apreció que, en general, todos los sistemas disponían de posibilidades de desarrollo ulterior y mejorar su calidad. Sin embargo, se apreció asimismo que existía una necesidad urgente de comenzar la realización de un sistema operacional de RLS por satélite tan pronto como sea posible. En consecuencia, se concluyó que una versión modificada del sistema MDF de banda estrecha de la República Federal de Alemania podría proporcionar una base adecuada para la Recomendación del CCIR de un sistema de RLS por satélite geoestacionario que funcione en 1,6 GHz.

1.4.9 Sobre esta base, deben tenerse en cuenta los siguientes comentarios en relación con el sistema recomendado:

- en el caso más desfavorable (es decir, con estados de mar muy adversos, ángulos de elevación inferiores a 5° y valores reducidos de  $C/N_0$  del orden de 15 a 16 dBHz), puede conseguirse un tiempo de transferencia de mensaje inferior a 10 min;
- una p.i.r.e. para la RLS por satélite de 0 dBW parece proporcionar un margen de sistema suficiente y podría permitir un tiempo de transferencia de mensaje del orden de 1 min;
- la capacidad esperada, basada en las características modificadas del sistema de la República Federal de Alemania, es de 46 transmisiones simultáneas por lo menos;
- un sistema operacional debe prestar su atención a los siguientes puntos:
  - la necesidad de distribuir uniformemente las frecuencias de transmisión de las RLS por satélite en 1,6 GHz en toda la banda disponible, a fin de hacer mínima la posibilidad de interferencia cocanal procedente de otras RLS por satélite;
  - la necesidad de minimizar los efectos de interferencia potencial de transmisiones no deseadas.

1.4.10 Se reconoció que la utilización de una trama de datos más corta que la empleada en la CTP (véase el apéndice I a la Recomendación 632) podría conducir a una reducción del TTM.

1.4.11 Los presupuestos del enlace adecuados al sistema de RLS por satélite recomendado, se indican en el cuadro III, para la primera generación y la segunda generación especificada de transpondedores del segmento INMARSAT. Esto demuestra que la ganancia adicional de 13 dB necesaria para proporcionar un funcionamiento limitado en el enlace ascendente, permitiría ahorrar de 5 a 6 dB en las necesidades de potencia de las RLS por satélite.

1.4.12 Debe determinarse todavía la necesidad de anchura de banda total del transpondedor para un sistema de RLS por satélite operacional.

1.4.13 El programa de pruebas proporcionó la oportunidad de evaluar los sistemas candidatos y efectuar algunas comparaciones entre sus características de calidad de funcionamiento. Resultó difícil la comparación directa de los sistemas de modulación debido, entre otras cosas, a los diferentes niveles de desarrollo de cada sistema. Muchos de los sistemas candidatos se encuentran a cierta distancia de su umbral teórico esperado en un determinado momento y los esfuerzos e inversiones pueden mejorar ulteriormente su calidad de funcionamiento. Teniendo en cuenta el calendario del sistema mundial de socorro y seguridad marítimos de la OMI (SMSSM), se consideró que las demostraciones previas al funcionamiento de un sistema previsto para su plena realización con el SMSSM en 1990, deberían comenzar lo más pronto posible. Estas demostraciones deberán permitir el desarrollo de RLS por satélite con costos de fabricación reducidos, incluyendo el mecanismo de liberación, interfaz de datos y dispositivos de recalado si son necesarios. Permitirían también una demostración de las posibilidades del sistema y la adquisición de confianza en el mismo.

1.4.14 Para una demostración previa al funcionamiento utilizando satélites INMARSAT sin un amplificador de alta ganancia, una p.i.r.e. de la RLS por satélite de 0 dBW, podría proporcionar aún una calidad de funcionamiento adecuada con estos fines de demostración previa al funcionamiento, pero con un margen de sistema menor (véase el cuadro III). Se considera que el amplificador de alta ganancia será esencial cuando el servicio sea totalmente operacional, si bien la ausencia de este dispositivo no deberá demorar la realización del sistema.

1.4.15 Se acordó que las demostraciones previas al funcionamiento se limiten a un sistema común de RLS por satélite. Se aceptó, sin embargo, que las administraciones pueden preparar pruebas ulteriores a escala nacional y presentar los resultados de las mismas a la Comisión de Estudio 8 del CCIR. Por ejemplo, la URSS tiene previsto investigar las posibles ventajas que tendría sobre la capacidad del sistema una técnica de codificación M-aria (multiposición).

1.4.16 Varias administraciones mostraron su interés en participar en las demostraciones previas al funcionamiento.

CUADRO III - *Balances de los enlaces RLS por satélite*

	Segmento espacial INMARSAT		
	Primera generación		Segunda generación
	MARECS ( <sup>1</sup> )	INTELSAT MCS	Especificado ( <sup>1</sup> )
<i>RLS-satélite: 1645 GHz</i>			
Ángulo de elevación de la RLS (grados)	5		
p.i.r.e. de la RLS (nominal) (dBW)	0		0
Pérdida del trayecto en espacio libre (dB)	189,2		
Pérdida por absorción atmosférica (dB)	0,4		
Pérdida por acoplamiento de polarización (dB)	0,5		
$G/T$ del satélite (dB(K <sup>-1</sup> ))	-10,7	-13,0	-12,5
Constante de Boltzmann (dB(J/K))	-228,6		
$C/N_0$ para el trayecto ascendente (dBHz)	27,8	25,5	26
$C/IM_0$ del satélite (dBHz)	50,5	34,0	65
$C/(IM_0 + N_0)$ transmitida (dBHz)	27,8	24,9	26
<i>Satélite-tierra: 4.2 GHz</i>			
Ángulo de elevación de la estación terrena costera (grados)	5		
p.i.r.e. del satélite (dBW)	-27,7	-40,9	-28,6
Pérdida del trayecto en el espacio libre (dB)	197,3		
Pérdida por absorción atmosférica (dB)	0,1		
Pérdida por acoplamiento de polarización (dB)	0,1		
$G/T$ de la estación terrena costera (dB(K <sup>-1</sup> ))	32		
Constante de Boltzmann (dB(J/K))	-228,6		
$C/N_0$ del trayecto descendente (dBHz)	35,4	22,2	34,5
$C/(IM_0 + N_0)$ transmitida (dBHz)	27,8	24,9	26
Enlace resultante (sin desvanecimiento) (dBHz)	27,1	20,3	25,3
$C/(IM_0 + N_0)$			
Mínima $C/N_0$ necesaria (dBHz)	16	16	16
Margen del sistema (dB)	11,1	4,3	9,3

(<sup>1</sup>) Se supone una ganancia adicional del transpondedor de 13 dB.

1.4.17 El calendario adoptado por el Subgrupo del GIT 8/7, conducente a la realización plena de un sistema de RLS por satélite en 1990, es el siguiente:

junio 1984	Reunión intermedia de la Comisión de Estudio 8 del CCIR para elaborar los proyectos de Recomendaciones;
1984	Desarrollo de unidades de fabricación RLS por satélite;
1985	Planificación del comienzo de las demostraciones previas al funcionamiento;
1986	Aprobación de las normas de calidad por el MSC de la OMI;
1986	Especificaciones técnicas de las RLS por satélite y del procesador del receptor;
1987	Aprobación de unidades de fabricación y ajuste;
1987	CAMR para los servicios móviles;
1988	Comienzo planificado del despliegue de la segunda generación del segmento espacial de INMARSAT;
1985-1990	Periodo de transición del FSMSSM;
1990	Realización del SMSSM.

## 1.5 Recomendaciones del GIT 8/7

1.5.1 Las características de transmisión de un sistema de radiobalizas de localización de siniestros (RLS) por satélite que funcionan con satélites geoestacionarios en 1,6 GHz, según se indican en la Recomendación 632, se basan en la evaluación de los datos presentados en el informe de cada participante en las pruebas, de conformidad con los procedimientos especificados en el § 2. En el § 3, se resume la comparación de los parámetros de calidad de funcionamiento de cada sistema y en el § 4 se exponen las conclusiones. Esta Recomendación no tiene en cuenta el costo de realización del sistema.

1.5.2 Como consecuencia de la utilización de las características de RLS por satélite indicadas en la Recomendación 632, es necesario distribuir las frecuencias de transmisión de todas las RLS por satélite del modo más uniformemente posible en toda la banda disponible.

1.5.3 A fin de que pueda demostrarse la eficacia del sistema de RLS por satélite en 1,6 GHz y desarrollarse las unidades de fabricación de RLS por satélite incluyendo el mecanismo de liberación, el interfaz de datos y los posibles dispositivos de recalada, se recomienda que las demostraciones previas al funcionamiento comiencen lo más pronto posible.

1.5.4 Es necesario estudiar un cierto número de cuestiones técnicas, administrativas y de explotación para permitir la realización de un sistema operacional de RLS por satélite.

## 2. Demostraciones preoperacionales

2.1 En 1985 la OMI pidió que se efectuaran demostraciones preoperacionales de las RLS por satélite a 1,6 GHz.

2.2 Dichas demostraciones se llevaron a cabo entre noviembre de 1986 y septiembre de 1987, utilizando 11 dispositivos de RLS por satélite proporcionados por la República Federal de Alemania e instalados en 15 barcos de 10 países.

2.3 INMARSAT coordinó estas demostraciones, que utilizaron un procesador de recepción instalado en la estación terrena costera de British Telecom International situada en Goonhilly, Reino Unido, y el satélite INMARSAT de la Región del Océano Atlántico.

2.4 El objetivo principal de las demostraciones preoperacionales era inspirar confianza en el sistema global de las RLS por satélite a 1,6 GHz, con los siguientes objetivos adicionales:

- proporcionar experiencia preoperacional con las RLS por satélite en 1,6 GHz antes de la introducción del SMSSM, a fin de permitir a la OMI y a las administraciones nacionales definir las necesidades del SMSSM para las RLS por satélite;
- permitir a los fabricantes adquirir experiencia en la producción de las RLS por satélite a 1,6 GHz antes de la introducción del SMSSM; y
- suministrar datos sobre calidad de funcionamiento a INMARSAT para la elaboración de los requisitos técnicos de las RLS por satélite a 1,6 GHz.

2.5 Las condiciones operacionales de las demostraciones incluyeron:

- el examen de los efectos del enmascaramiento de superestructuras en las transmisiones de las RLS por satélite;
- las transmisiones de las RLS por satélite con bajos ángulos de elevación (es decir, cerca del borde de la cobertura del satélite); y
- las transmisiones simultáneas de las RLS por satélite.

2.6 Los resultados de las demostraciones se resumen en el Cuadro IV, en el que se aplican las definiciones siguientes:

- Categoría 1: transmisiones de RLS por satélite completadas con éxito, corroboradas por informes de barco correlacionados con los listados de la estación costera;
- Categoría 2: transmisiones de RLS por satélite completadas con éxito, corroboradas únicamente por los listados de la estación costera;
- Categoría 3a: transmisiones de RLS por satélite infructuosas, corroboradas por informes de barco únicamente (véanse las notas del Cuadro IV); y
- Categoría 3b: transmisiones de RLS por satélite infructuosas, corroboradas por informes de barco únicamente y para las que la inexistencia de listado en la estación terrena costera no puede explicarse.

2.7 De un total de 1.196 transmisiones RLS por satélite, 1.104 se completaron con éxito y 92 fracasaron, de las que sólo existen 8 para las que no hubo explicación.

**CUADRO IV**

**RESUMEN DE LAS TRANSMISIONES DE DEMOSTRACIÓN PREOPERACIONAL DEL RIS POR  
SATÉLITE A 1,6 GHz DESDE NOVIEMBRE DE 1986 A SEPTIEMBRE DE 1987**

NOMBRE DEL BARCO	PAÍS DE BANDERA	TRANSMISIONES COMPLETADAS CON ÉXITO		TRANSMISIONES INFRUCTUOSAS		TIEMPO DE TRANSFERENCIA DEL MENSAJE (TTH) (minutos)		GAMA DE ÁNGULOS DE ELEVACIÓN (grados)	
		CATEGORÍA 1	CATEGORÍA 2	CATEGORÍA 3		valor medio	gama		
		en cubierta	flotación libre	3a explicadas	3b no explicadas				
IBORGE	NORUEGA	19	3	0	9(1)	0	1,72	0,9-3,6	-2 a +3
STRATHCONON	REINO UNIDO	47	0	5	6(2)	0	1,34	0,7-2,5	11 a 42
HAIPO	CHILE	37	0	3(1)	2	0	1,40	0,8-2,9	21 a 52
MBHANDARA	ZAIRE	4	0	8	1(4)	0	1,18	0,9-1,6	25 a 60
EINGENIOS EUGENIDES /PPLS 80	GRECIA	29	1	0	2(5)	0	1,21	0,8-1,8	23
CLARENCE	PAÍSES BAJOS	89	0	5	5(6)	2	1,35	0,7-3,6	5 a 40
METEOR	R.F. DE ALEMANIA	98	3	5	18(7)	0	1,29	0,8-10,3	-1 a +43
AMERICANA	ITALIA	14	0	3	1(8)	2	1,31	0,8-1,7	
UBERIA	R.F. DE ALEMANIA	121	0	6	11(9)	1(9)	1,24	0,8-4,1	4 a 43
IRINGU ITTUR	DINAMARCA	83	3	6	18(10)	0	1,40	0,7-2,6	
HUMBOLDT E	R.F. DE ALEMANIA	264	1	2	12(11)	0	1,22	0,8-2,1	17 a 48
GAUSS	R.F. DE ALEMANIA	52	4	2	0	1(12)	1,26	0,7-2,3	18 a 26
GRONITE OD /KALIARRA	BULGARIA	180	2	5(13)	14(14)	2	1,23	0,8-2,1	13 a 18
		1037	17	50	84	8			

I. 1045-1

NOTAS RELATIVAS AL CUADRO IV

- (1) 3 fallos se debieron a interrupciones del procesador de recepción; 6 fallos correspondieron al bajo ángulo de elevación en el borde de la cobertura.
- (2) 2 fallos se debieron a interrupciones del procesador de recepción; 4 fallos se debieron a periodos desusadamente largos sin recepción (es decir, sin que llegase ninguna señal al procesador de recepción), para uno de los cuales se indicó "problemas con el equipo en Goonhilly".
- (3) Informes sobre barcos desaparecidos en julio.
- (4) Interrupción del procesador de recepción.
- (5) 1 interrupción del procesador de recepción y 1 interrupción por no haberse aplicado Control Automático de Frecuencia (CAF) a la cadena de recepción al estar la ETC en condición de reserva o debido al mantenimiento del procesador de recepción.
- (6) 1 interrupción del procesador de recepción; 1 interrupción notificada de la ETC y 3 fallos por no haberse aplicado CAF a la cadena de recepción al estar la ETC en condición de reserva o debido al mantenimiento del procesador de recepción.
- (7) 7 interrupciones del procesador de recepción; 11 fallos correspondieron a periodos desusadamente largos sin recepción.
- (8) 1 interrupción del procesador de recepción.
- (9) 7 interrupciones del procesador de recepción; 4 fallos correspondieron a periodos desusadamente largos sin recepción. La transmisión de categoría 3b tenía un ángulo de elevación muy reducido en el Golfo de Adén; podría ser un efecto de enmascaramiento.
- (10) 1 interrupción del procesador de recepción y 2 interrupciones por no haberse aplicado CAF a la cadena de recepción al estar la ETC en condición de reserva o debido al mantenimiento del procesador de recepción.
- (11) 8 interrupciones del procesador de recepción; 4 fallos por no haberse aplicado CAF a la cadena de recepción al estar la ETC en condición de reserva o debido al mantenimiento del procesador de recepción.
- (12) La categoría 3b se debe probablemente a la interferencia mutua causada por dos transmisiones simultáneas en el mismo canal (GAUSS y UBENA).
- (13) Informes sobre barcos desaparecidos en junio.
- (14) 7 interrupciones del procesador de recepción; 6 fallos correspondieron a periodos desusadamente largos sin recepción; 1 fallo del operador comunicado por un coordinador.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KAMINSKY, Y., SCALES, W. y DIEUDONNE, J. E. [octubre, 1983] Test and Evaluation of the Satellite-Aided Maritime Search and Rescue System (SAMSARS): Vol. 1: System Description and Test Results. Informe N.º MA-RD-770-83067, apéndice B. US Dept. of Transportation, Maritime Administration and Coast Guard, Washington, DC.

*Documentos del CCIR*

[1978-82]: a. 8/501 (INMARSAT).