

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Informe UIT-R S.2151
(10/2009)

Utilización y ejemplos de sistemas del servicio fijo por satélite en situaciones de catástrofe natural y otras emergencias similares para alertas y operaciones de socorro

Serie S
Servicio fijo por satélite



Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de los Informes UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REP/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión sonora
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radio astronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro

Nota: Este Informe UIT-R fue aprobado en inglés por la Comisión de Estudio conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.

Publicación electrónica
Ginebra, 2011

© UIT 2011

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

INFORME UIT-R S.2151

**Utilización y ejemplos de sistemas del servicio fijo por satélite
en situaciones de catástrofe natural y otras emergencias
similares para alertas y operaciones de socorro**

(2009)

ÍNDICE

Página

1	Introducción.....	2
2	Utilización de estaciones terrenas con antenas de apertura pequeña para las operaciones de socorro en el caso de catástrofes naturales y otras emergencias similares.....	2
2.1	Introducción.....	2
2.2	Consideraciones básicas	3
2.2.1	Servicios requeridos.....	3
2.2.2	Requisitos de canal y de capa física.....	3
2.2.3	Requisitos de la red.....	3
2.2.4	Estación terrena asociada.....	3
2.3	Niveles de p.i.r.e. de estación terrena requeridos y recursos de satélite.....	4
2.3.1	Ejemplo de cálculo de balance del enlace.....	9
2.4	Configuración de la estación terrena transportable.....	11
2.4.1	Peso y tamaño	11
2.4.2	Antena	11
2.4.3	Amplificador de potencia.....	11
2.4.4	Receptor de bajo nivel de ruido	12
2.5	Ejemplos de realizaciones de estaciones terrenas transportables e implementación del sistema.....	12
2.5.1	Pequeñas estaciones terrenas transportables.....	12
2.5.2	Ejemplo de una red de emergencia y estaciones terrenas asociadas....	14
3	Ejemplo que describe la utilización de un sistema del SFS para la difusión de alertas en el caso de catástrofes naturales y otras emergencias similares.....	20
3.1	Sistema de alerta temprana en caso de terremoto.....	20
3.2	Distribución de la información por satélite	22
3.2.1	Ventajas de la red de satélites	22
3.2.2	Ejemplo de sistema para la distribución de información por satélite...	22
3.3	Ejemplos de casos de servicio de distribución por satélite de la EEW	24
3.4	Ulterior desarrollo del sistema de distribución por satélite	25
4	Conclusiones.....	25

1 Introducción

Este Informe describe la manera en que los sistemas del servicio fijo por satélite (SFS) proporcionan las radiocomunicaciones necesarias para las operaciones de socorro en caso de catástrofe.

Al desarrollar un nuevo sistema del SFS preparado para responder a catástrofes naturales, en el diseño de dicho sistema deben considerarse las características técnicas de los satélites a los que va a accederse. En el § 2 de este Informe figura un resumen del diseño del sistema y ejemplos de características de los sistemas que utilizan estaciones terrenas con antenas de apertura pequeña. Adicionalmente, como los sistemas del SFS son en principio adecuados para la distribución de datos, cabe esperar que se utilicen para la difusión de alertas. En el § 3 del Informe aparece el esquema de un sistema de alerta temprana de remoto como ejemplo de mecanismos de difusión de alertas que utilizan el sistema del SFS.

Los sistemas del SFS funcionan generalmente en las bandas de frecuencias identificadas en la Recomendación UIT-R S.1001.

2 Utilización de estaciones terrenas con antenas de apertura pequeña para las operaciones de socorro en el caso de catástrofes naturales y otras emergencias similares

2.1 Introducción

Si se produce una catástrofe natural, una epidemia, una hambruna, etc., normalmente es muy urgente establecer enlaces de telecomunicaciones fiables para utilizarlos en las operaciones de socorro. El satélite aparece como el medio más adecuado para establecer rápidamente un enlace de telecomunicaciones con instalaciones a distancia. En este documento se consideran los requisitos principales de dicho sistema de satélites. Suponiendo que el sistema va a funcionar en el SFS, es conveniente que una pequeña estación terrena, tal como una VSAT fija, una estación terrena montada en vehículo o una estación terrena transportable con acceso a un sistema de satélites existente, esté disponible para su transporte hasta la zona donde se produjo la catástrofe y su instalación en la misma. También es conveniente que el sistema cumpla normas ampliamente acordadas para que:

- los equipos estén fácilmente disponibles;
- se garantice la interoperabilidad;
- se garantice la fiabilidad.

Este § 2 proporciona un material que puede ser útil para planificar la utilización de los sistemas del SFS en el caso de catástrofes naturales y otras emergencias similares para alertas y operaciones de socorro.

2.2 Consideraciones básicas

2.2.1 Servicios requeridos

La arquitectura básica de telecomunicaciones para las operaciones de socorro debe constar de un enlace que establece la conexión entre la zona donde se ha producido la catástrofe y los centros de socorro designados, y sus servicios de telecomunicaciones básicos deben comprender al menos la telefonía, algún tipo de transmisión de datos (IP, datagramas, facsímil ...) y vídeo. Para estas transmisiones se utilizan en la mayoría de los casos tecnologías de transmisión digital.

2.2.2 Requisitos de canal y de capa física

En las transmisiones digitales, una forma de medir el comportamiento del canal codificado es la proporción de bits erróneos (PBE). El objetivo recomendado de PBE en el SFS que figura en la Recomendación UIT-R S.1062 es 10^{-6} durante el 99,8% del tiempo en el mes más desfavorable. Esta PBE se deriva de la relación señal/ruido más interferencia (SNIR), que define el comportamiento de canal, y de la codificación. Una adecuada codificación puede compensar en cierta medida la baja calidad del canal pero disminuye la velocidad binaria útil.

Las condiciones particulares de transmisión en el lugar donde se ha producido la catástrofe en caso de alerta y operaciones de socorro (por ejemplo, el clima del emplazamiento, el carácter de la misión ...), que pueden degradar la calidad del canal, deben tenerse en cuenta reforzando la codificación. Lo ideal sería contar con una codificación adaptativa; es decir, un sistema capaz de devolver la información del canal y responder adaptando la velocidad de codificación.

2.2.3 Requisitos de la red

Para las operaciones de socorro, debido al requisito esencial de contar con antenas de pequeño tamaño, es preferible que la red funcione en la banda 14/12 GHz o incluso en la banda 30/20 GHz. Aunque bandas tales como la de 6/4 GHz exigen antenas de mayor tamaño, también pueden ser adecuadas dependiendo de las condiciones de transmisión y cobertura de los recursos del satélite. Para evitar la interferencia debe tenerse en cuenta que algunas bandas están compartidas con los servicios terrenales.

La red debe ofrecer una calidad de servicio adecuada. Si está compartida con abonados que no tienen necesidades urgentes, debe darse absoluta prioridad a las operaciones de emergencia, lo que significa una clase de servicio con «precedencia». Podría ser conveniente utilizar una red completamente privada que tuviese bandas de frecuencia e instalaciones reservadas.

Cuando el número de estaciones terrenas operacionales es elevado, puede que sea necesario establecer un control de red basado en el acceso múltiple con asignación por demanda (AMAD).

2.2.4 Estación terrena asociada

En el caso de pequeñas estaciones terrenas instaladas en el propio lugar donde se ha producido la catástrofe, deben considerarse las estaciones terrenas en vehículos o las estaciones terrenas transportables. La información contenida en los § 2.3 a 2.6 puede ser útil para determinar el tamaño de tales estaciones terrenas.

A fin de lograr un funcionamiento adecuado de las estaciones terrenas en el caso de catástrofes, es esencial ofrecer una formación periódica a los operadores potenciales y un mantenimiento preparatorio. En particular, debe prestarse especial atención a la inclusión de sistemas de batería o de alimentación autónomos.

2.3 Niveles de p.i.r.e. de estación terrena requeridos y recursos de satélite

En el § 2, se estudian los niveles de p.i.r.e. de estación terrena requeridos y los recursos de satélite mediante cálculos de balance del enlace basados en la hipótesis de que una estación terrena de pequeño tamaño (una VSAT fija, una estación terrena montada en vehículo o una estación terrena transportable) que funciona en la zona que ha sufrido la catástrofe se comunica con una estación terrena central equipada con una antena de mayor tamaño.

La elección de los parámetros del sistema debe basarse en las consideraciones indicadas en el § 2.3 para la banda 6/4 GHz, la banda 14/12 GHz y la banda 30/20 GHz. Los parámetros del sistema figuran en los Cuadros 1a) a 1f).

Los métodos típicos de modulación digital y FEC utilizados normalmente en los enlaces por satélite del SFS con el MDP-4 con código convolucional de velocidad 1/2, código convolucional 3/4, código convolucional 1/2 más un código externo Reed Solomon 188/204 y un código turbo 1/2. Conviene destacar que la combinación de un código convolucional como código interno con un código Reed Solomon como código externo ya ha quedado anticuada por la codificación turbo o la codificación de verificación de paridad de baja densidad (LDPC), que presenta en general mejor comportamiento; el anterior esquema de codificación ha sobrevivido como un pasado tradicional.

En este ejemplo de cálculo de balance del enlace se supone un diámetro de la antena de una pequeña estación terrena (montada en vehículo o transportable) de 2,5 m o 5 m para la banda 6/4 GHz, de 1,2 m o 3 m para la banda 14/12 GHz y de 1,2 m o 2,4 m para la banda 30/20 GHz. En las estaciones que funcionan en las bandas 14/12 GHz y 30/20 GHz pueden utilizarse antenas de menor diámetro si se toman las medidas adecuadas, tales como el empleo de satélites con una mayor G/T o técnicas de espectro ensanchado, para poder reducir las emisiones fuera del eje hasta niveles aceptables.

En la banda de 4 GHz, los valores típicos de G/T de una estación terrena son de 17,5 dB/K y 23,5 dB/K para antenas de 2,5 m y 5 m, respectivamente. En la banda de 12 GHz, los valores típicos de G/T de una estación terrena son de 20,8 dB/K y 28,8 dB/K para antenas de 1,2 m y 3 m, respectivamente. En la banda de 20 GHz, los valores típicos de G/T de una estación terrena son de 25,1 dB/K y 31,1 dB/K para antenas de 1,2 m y 2,4 m, respectivamente. Se supone que las temperaturas de ruido del amplificador de bajo nivel de ruido son de 60 K, 100 K y 140 K para las bandas de 4 GHz, 12 GHz y 20 GHz, respectivamente. Si se utilizan las antenas de pequeña apertura tales como las de 45 cm, 75 cm, etc., deben considerarse las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) relativas a la limitación fuera del eje. El empleo de pequeñas antenas puede que no permita satisfacer los criterios de emisiones fuera del eje, por consiguiente, debe reducirse la potencia de transmisión de la estación terrena para evitar la interferencia a satélites adyacentes y a otros servicios.

Cabe señalar los valores de p.i.r.e. de satélite y de p.i.r.e. de la estación terrena se refieren a pequeñas estaciones terrenas con una elevación de antena de 10° y 2 dB de margen total.

En el Cuadro 1f) figuran los parámetros de satélite típicos para haces globales en la banda 6/4 GHz, haces puntuales en la banda 14/12 GHz y multihaces en la banda 30/20 GHz. La «ganancia #a del transpondedor» y «ganancia #b del transpondedor» del citado Cuadro 1f) se definen como muestra la Fig. 1.

CUADRO 1

Parámetros típicos del satélite de la estación terrena y de la portadora para el cálculo

a) Distancia del satélite geoestacionario

Elevación (grados)	10
Distancia (km)	40 600

b) Pérdidas de trayecto (EL = 10°)

Frecuencia (GHz)	6/4		14/12		30/20	
	4,0	6,2	12,25	14,25	20,0	30,0
Longitud de onda (m)	0,08	0,05	0,02	0,02	0,02	0,01
Pérdidas de trayecto (dB)	196,7	200,5	206,4	207,7	210,6	214,2

c) Parámetros del canal de transmisión

Modulación FEC	MDP-4 Conv. ⁽¹⁾ 1/2	MDP-4 Conv. ⁽¹⁾ 3/4	MDP-4 Conv. ⁽¹⁾ 1/2	MDP-4 Codif. turbo 1/2	MDP-8 2/3
BER	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
E_b/N_0 requerida (dB)	6,1	7,6	4,4	3,1	9,0
Velocidad de FEC	0,5	0,75	0,5	0,5	0,67
Velocidad de codificación exterior	1,0	1,0	188/204	1,0	1,0
Número de bits en un símbolo	2	2	2	2	3
C/N requerida (dB)	6,1	9,4	4,0	3,1	12,0

⁽¹⁾ Limitación de longitud $k = 7$.d) Valores de ganancia y G/T de la antena de la estación terrena

Banda de frecuencias (GHz)	6/4				14/12				30/20			
	2,5 m		5,0 m		1,2 m		3,0 m		1,2 m		2,4 m	
Frecuencia (GHz)	4,0	6,2	4,0	6,2	12,25	14,25	12,25	14,25	20,0	30,0	20,0	30,0
Eficacia	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Ganancia de cresta de la antena (dBi)	38,2	42,0	44,2	48,0	41,5	42,8	49,5	50,8	45,8	49,3	51,8	55,3
G/T (dB/K)	17,5	/	23,5	/	20,8	/	28,8	/	25,1	/	31,1	/

e) Valores de ganancia y G/T de la antena de la estación terrena central

Frecuencia (GHz)	6/4		14/12		30/20	
	4,0	6,2	12,25	14,25	20,0	30,0
Ganancia de antena (dBi)	55,7	59,5	57,9	59,5	58,0	61,8
G/T de la estación terrena central (dB/K)	35,0	/	35,0	/	35,0	/
Tamaño de antena de la estación terrena central (m)	18 m		7,6 m		4,7 m	

CUADRO 1 (fin)

f) Ganancia del transpondedor de satélite

Satélite (GHz)	6/4	14/12	30/20
Banda de frecuencias (GHz)	6/4	14/12	30/20
Longitud de onda (m)	0,05	0,02	0,01
Tipo de haz	GLOBAL	PUNTUAL	Multihaz
G/T del receptor del satélite (dB/K)	-13,0	2,5	11,0
p.i.r.e. de saturación del transpondedor para una sola portadora (dBW)	29,0	45,8	54,5
DFS (dB(W/m ²))	-78,0	-83,0	-98,4
IBO-OBO (dB)	1,8	0,9	5,0
G_s (dB)	37,3	44,5	51,0
Ganancia #a del transpondedor (dB)	146,1	174,2	200,2
Ganancia #b del transpondedor (dB)	-55,3	-33,5	-14,0

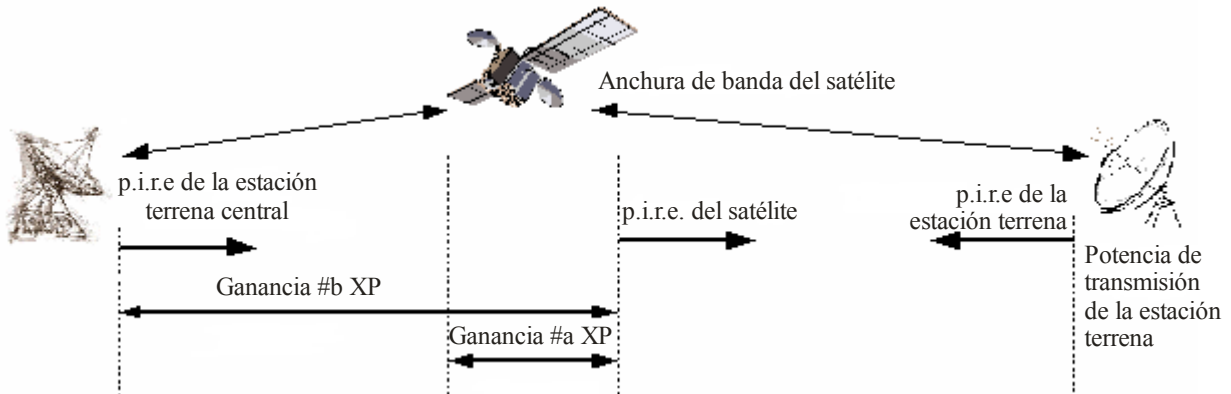
DFS: Densidad de flujo de saturación

IBO: Reducción de potencia de entrada

OBO: Reducción de potencia de salida.

FIGURA 1

Definición de la ganancia del transpondedor (ganancia XP)



$$\text{Ganancia \#a de XP} = G_s + \text{p.i.r.e. (saturación del satélite) SFD} + \Delta(\text{IBO-OBO})$$

$$\text{Ganancia \#b de XP} = \text{p.i.r.e. del satélite} + \text{p.i.r.e. de la estación terrena central}$$

G_s : Ganancia de la antena de 1 m²

Informe 2151-01

Como resultado del cálculo de balance del enlace en dirección saliente (central a VSAT) y entrante (VSAT a central), los Cuadros 2a), 2b) y 2c) proporcionan ejemplos de los niveles de p.i.r.e. de estación terrena requeridos y recursos del satélite, incluida la p.i.r.e. del satélite requerida, la p.i.r.e. de la estación terrena y la anchura de banda necesaria para unos métodos típicos de modulación digital y de FEC en las bandas 6/4 GHz, 14/12 GHz y 30/20 GHz.

CUADRO 2a

**Ejemplos de niveles de p.i.r.e. de estación terrena requeridos
y recursos del satélite en la banda 6/4 GHz**

IR ⁽¹⁾	Modulación/FEC	MDP-4 1/2 Conv. ⁽²⁾		MDP-4 3/4 Conv. ⁽²⁾		MDP-4 1/2 Conv. ⁽²⁾ +RS		MDP-4 1/2 TC	
	Diametro de antena	2,5 m	5,0 m	2,5 m	5,0 m	2,5 m	5,0 m	2,5 m	5,0 m
64 kbit/s	Anchura de banda de satélite atribuida (kHz)	90	90	60	60	90	90	60	60
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	6,8	0,9	8,3	2,4	6,8	0,9	8,3	2,4
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	46,2	46,2	47,7	47,7	46,2	46,2	47,7	47,7
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	3,1	0,8	4,4	1,1	3,1	0,8	4,4	1,1
1 Mbit/s	Anchura de banda del satélite atribuida (kHz)	1 434	1 434	956	956	1 434	1 434	956	956
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	18,8	12,9	20,3	14,4	18,8	12,9	20,3	14,4
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	58,2	58,2	59,7	59,7	58,2	58,2	59,7	59,7
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	50,3	12,6	71,1	17,8	50,3	12,6	71,1	17,8
6 Mbit/s	Anchura de banda del satélite atribuida (kHz)	8 602	8 602	5 734	5 734	8 602	8 602	5 734	5 734
	p.i.r.e. del satélite dBW)	26,6	20,7	28,1	22,2	26,6	20,7	28,1	22,2
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	66,0	66,0	67,5	67,5	66,0	66,0	67,5	67,5
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	302,1	75,5	426,7	106,7	302,1	75,5	426,7	106,7

⁽¹⁾ IR: Velocidad de información.

⁽²⁾ Longitud limitada a $K = 7$.

CUADRO 2b

**Ejemplos de niveles de p.i.r.e. de estación terrena requeridos
y recursos del satélite en la banda 14/12 GHz**

IR ⁽¹⁾	Modulación /FEC	MDP-4 1/2 Conv. ⁽²⁾		MDP-4 3/4 Conv. ⁽²⁾		MDP-4 1/2 Conv. ⁽²⁾ +RS		MDP-4 1/2 TC	
	Diámetro de antena	1,2 m	3,0 m	1,2 m	3,0 m	1,2 m	3,0 m	1,2 m	3,0 m
64 kbit/s	Anchura de banda de satélite atribuida (kHz)	90	90	60	60	97	97	90	90
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	14,7	7,4	16,2	8,9	13,0	5,7	11,7	4,4
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	35,6	35,6	37,1	37,1	33,9	33,9	32,6	32,6
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	0,3	0,1	0,5	0,1	0,2	0,04	0,2	0,03

CUADRO 2b (fin)

1 Mbit/s	Anchura de banda del satélite atribuida (kHz)	1 434	1 434	956	956	1 556	1 556	1 434	1 434
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	26,7	19,4	28,2	20,9	25,0	17,7	23,7	16,4
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	47,7	47,7	49,2	49,2	46,0	46,0	44,7	44,7
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	5,3	0,9	7,5	1,2	3,6	0,6	2,7	0,4
6 Mbit/s	Anchura de banda del satélite atribuida (kHz)	8 602	8 602	5 734	5 734	9 334	9 334	8 602	8 602
	p.i.r.e. del satélite dBW)	34,5	27,2	36,0	28,7	32,8	25,5	31,5	24,2
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	55,4	55,4	56,9	56,9	53,7	53,7	52,4	52,4
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	32,0	5,1	45,1	7,2	21,6	3,5	16,0	2,6

(1) IR: Velocidad de información.

(2) Longitud limitada a $K = 7$

CUADRO 2c

**Ejemplos de niveles de p.i.r.e. de estación terrena requeridos
y recursos del satélite en la banda 30/20 GHz**

IR ⁽¹⁾	Modulación /FEC	MDP-4 1/2 Conv. ⁽²⁾		MDP-4 3/4 Conv. ⁽²⁾		MDP-4 1/2 Conv. ⁽²⁾ +RS		MDP-4 1/2 TC	
	Diámetro de antena	1,2 m	2,4 m	1,2 m	2,4 m	1,2 m	2,4 m	1,2 m	2,4 m
64 kbit/s	Anchura de banda de satélite atribuida (kHz)	90	90	60	60	97	97	90	90
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	25,8	25,5	27,3	27,0	24,1	23,8	22,8	22,5
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	30,7	30,7	32,2	32,2	29,0	29,0	27,7	27,7
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	0,024	0,006	0,035	0,009	0,017	0,004	0,012	0,003
1 Mbit/s	Anchura de banda del satélite atribuida (kHz)	1 434	1 434	956	956	1 556	1 556	1 434	1 434
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	37,9	37,6	39,4	39,1	36,2	35,9	34,9	34,6
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	42,8	42,8	44,3	44,3	41,1	41,1	39,8	39,8
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	0,4	0,1	0,6	0,1	0,3	0,1	0,2	0,05
6 Mbit/s	Anchura de banda del satélite atribuida (kHz)	8 602	8 602	5 734	5 734	9 334	9 334	8 602	8 602
	p.i.r.e. del satélite dBW)	45,6	45,4	47,1	46,9	43,9	43,7	42,6	42,4
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	50,6	50,6	52,1	52,1	48,9	48,9	47,6	47,6
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	2,3	0,6	3,3	0,8	1,6	0,4	1,2	0,3

(1) IR: Velocidad de información.

(2) Longitud limitada a $K = 7$

Como la anchura de banda requerida se refiere a un sentido, para ambos sentidos se necesita el doble de los valores indicados. La p.i.r.e. de satélite requerida se refiere al enlace descendente en sentido saliente, que normalmente viene limitada en potencia en los satélites. La p.i.r.e. de estación terrena requerida y la potencia de transmisión se refieren al enlace ascendente en sentido entrante, que normalmente presenta una limitación de potencia en las estaciones terrenas.

En los cálculos anteriores no se incluye la atenuación debida a la lluvia. Dependiendo de las condiciones locales puede que sea necesario tener en cuenta el margen de lluvia. No se tiene en cuenta tampoco la interferencia o la intermodulación. Por consiguiente, es preciso considerar un margen adicional (véase la Recomendación UIT-R P.618 para la atenuación debida a la lluvia según el clima local y la Recomendación UIT-R S.1432 para los diversos criterios de interferencia).

2.3.1 Ejemplo de cálculo de balance del enlace

A efectos ilustrativos se muestran en el Cuadro 3a los detalles del cálculo de balance del enlace del Cuadro 2a (en el caso 6 Mbit/s en la banda 6/4 GHz con MDP-4 Conv. 1/2, antena de 2,5 m).

La marca ⁽²⁾ en el Cuadro 3a se refiere a los valores indicados en el Cuadro 2a como resultado del cálculo.

CUADRO 3a

**Cálculo de balance de enlace del Cuadro 2a
(6 Mbit/s en la banda 6/4 GHz con MDP-4 Conv. 1/2, antena de 2,5 m)**

Elemento	Unidad	Valor
<i>A. Parámetros del canal de transmisión</i>		
Modulación		MDP-4 1/2 Conv. ⁽¹⁾
BER		10 ⁻⁶
E_b/N_0 requerida (dB)	dB	6,1
C/N requerida (dB)	dB	6,1
<i>B. Parámetros principales del satélite</i>		
DFS (borde del haz)	dB(W/m ²)	-78,0
G/T (borde del haz)	dB/K	-13,0
p.i.r.e. de saturación del transpondedor para una sola portadora (borde del haz) (dBW)	dBW	29,0
IBO	dB	-5,4
OBO	dB	-4,5
Δ (IBO-OBO)	dB	0,9
Ganancia de 1 metro cuadrado	dB	37,3
Ganancia de (#a) TP	dB	145,2
<i>C. Parámetros de la portadora de transmisión</i>		
Velocidad de información	kbit/s	6 144,0
Velocidad FEC		0,5
Velocidad RS (Reed Solomon)		1,0
Velocidad de transmisión	kbit/s	12 288,0
Anchura de banda del ruido	kHz	6 144,0
Anchura de banda atribuida ⁽²⁾	kHz	8 601,6 ⁽²⁾

CUADRO 3a (fin)

Elemento		Unidad	Valor
<i>D. Parámetro principal de la estación terrena</i>			
<i>G/T</i>	dB/K	17,5 (estación terrena de 2,5 m)	35,0 (estación terrena central)
<i>E. Cálculo de balance del enlace</i>			
		Sentido saliente (Central ≥ estación terrena 2,5 m)	Sentido entrante (Estación terrena 2,5 m ≥ Central)
<i>1. C/N del enlace ascendente (Estación terrena central -> satélite)</i>			
Central/p.i.r.e. de la estación terrena	dBW	81,9	66,0 ⁽²⁾
Pérdidas en el espacio libre (6 GHz)	dB	200,5	200,5
<i>G/T</i> del satélite (borde del haz)	dB/K	-13,0	-13,0
<i>C/N</i> (a)	dB	29,1	13,21
<i>2. Intermodulación de la estación terrena</i>			
<i>C/N</i> (b)	dB	99,0	99,0
<i>3. Intermodulación del satélite</i>			
<i>C/N</i> (c)	dB	99,0	99,0
<i>4. C/N del enlace descendente (satélite -> estación terrena)</i>			
p.i.r.e. del satélite (borde del haz)	dBW	26,6 ⁽²⁾	10,7
Ventaja del diagrama etc.	dB	0,0	0,0
Pérdidas en el espacio libre (4 GHz)	dB	196,7	196,7
<i>G/T</i> de la estación terrena	dB/K	17,5	35,0
<i>C/N</i> (d)	dB	8,1	9,7
<i>5. Interferencia cocanal</i>			
<i>C/N</i> (e)	dB	99,0	99,0
<i>C/N</i> total (<i>C/N</i> (a) ~ <i>C/N</i> (e))	dB	8,1	8,1
Margen	dB	2,0	2,0
<i>C/N</i> total	dB	6,1	6,1
Ganancia del transpondedor (#b)	dB	-55,3	
Pérdidas de alimentación	dB		0,8
Ganancia de antena de la estación terrena (2,5 m)	dB _i		42,0
Potencia de transmisión de la estación terrena requerida	W		302,1 ⁽²⁾

(1) Longitud limitada a $K = 7$

2.4 Configuración de la estación terrena transportable

La estación terrena puede dividirse en los siguientes subsistemas principales:

- antena;
- amplificador de potencia;
- receptor de bajo nivel de ruido;
- equipo de radiocomunicaciones en tierra;
- equipo de control y de comprobación técnica;
- equipo terminal, incluido facsímil y teléfonos;
- instalaciones de apoyo.

Este punto tiene por objeto servir de orientación sobre las características reales del sistema y de las pequeñas estaciones terrenas, tales como capacidad de transmisión, peso/tamaño y comportamiento del subsistema.

2.4.1 Peso y tamaño

Todos los equipos, incluidos los contenedores, deben poder empaquetarse en unidades cuyo peso pueda ser manejado por unas pocas personas. Además, el volumen y peso total debe poder acomodarse en el compartimento de equipajes de la cabina de pasajeros de una aeronave comercial. Esto se logra fácilmente con la tecnología actual. Al diseñar los terminales de satélite para las telecomunicaciones de socorro en caso de catástrofe deben consultarse las especificaciones de tamaño y peso permitidos por las diversas compañías aéreas.

2.4.2 Antena

Uno de los principales requisitos de la antena es su facilidad de montaje y transporte. Para ello el reflector de antena puede consistir en varios paneles fabricados de material ligero tales como fibra de plástico reforzada o aleación de aluminio. En la banda 6/4 GHz está prevista la utilización de una antena de diámetro entre 2,5 m y 5 m. Sin embargo, para otras bandas de frecuencias los requisitos de construcción de la antena pueden ser menos estrictos debido a los menores tamaños de antena que pueden utilizarse.

El reflector principal de la antena puede iluminarse mediante una bocina de alimentación central o un alimentador que incluya a un subreflector. Este último tipo presenta una ligera ventaja en cuanto a comportamiento G/T ya que puede optimizarse la curvatura tanto del subreflector como del reflector principal, pero la facilidad de montaje y de alineación puede tener más importancia que las consideraciones relativas a G/T .

Puede proporcionarse un sistema de puntería manual o automático adecuado al peso y al consumo de potencia, supervisando una señal portadora procedente del satélite, con una gama orientable de aproximadamente $\pm 5^\circ$.

2.4.3 Amplificador de potencia

En esta aplicación son adecuados los amplificadores klystron refrigerados por aire y los tubos de onda progresiva (TOP, de tipo helicoidal), pero desde el punto de vista de la eficacia y facilidad de mantenimiento es preferible el primero de ellos,

Aunque la anchura de banda de transmisión instantánea es pequeña, puede que sea necesario que el amplificador de salida tenga capacidad de sintonía a lo largo de una anchura de banda más amplia, por ejemplo 500 MHz, ya que el canal de satélite disponible podría encontrarse en cualquier zona dentro de esta anchura de banda.

Para requisitos de potencia inferiores a 100 W, también podría ser adecuado un amplificador de potencia de estado sólido (FET).

En la banda de 30 GHz para esta aplicación son apropiados los amplificadores de estado sólido, los TOP y los klystron.

2.4.4 Receptor de bajo nivel de ruido

Debido a que el receptor de bajo nivel de ruido debe ser pequeño, ligero, de fácil manejo y con poca necesidad de mantenimiento, lo más conveniente es utilizar un amplificador de bajo nivel de ruido sin refrigeración.

Se ha obtenido una temperatura de 50° K y en el futuro se esperan incluso temperaturas inferiores en la banda de 4 GHz. Un amplificador FET es más adecuado desde el punto de vista del tamaño, del peso y del consumo de potencia que un amplificador paramétrico. Con amplificadores FET se han logrado temperaturas de ruido de 50° K en la banda de 4 GHz y de 150° K en la banda de 12 GHz. En la banda de 20 GHz, se ha obtenido un amplificador FET con una temperatura de ruido de 300° K o menos a temperatura ambiente.

2.5 Ejemplos de realizaciones de estaciones terrenas transportables e implementación del sistema

2.5.1 Pequeñas estaciones terrenas transportables

En las bandas 14/12 GHz y 30/20 GHz la mayoría de las estaciones transportables tienen antenas de aproximadamente 1,2 m de diámetro.

2.5.1.1 Ejemplos de pequeñas estaciones terrenas transportables por aire y montadas en vehículos en la banda 14/12 GHz

Se han desarrollado varios tipos de equipos de pequeñas estaciones terrenas para su utilización en los nuevos sistemas de radiocomunicaciones por satélite en la banda 14/12 GHz. Para implementar pequeñas estaciones terrenas se han hecho todos los esfuerzos necesarios a fin de disminuir el tamaño y mejorar la transportabilidad, de manera que se facilite su empleo en aplicaciones generales. Ello permite utilizar estas estaciones terrenas, de forma ocasional o temporal, para operaciones de socorro en cualquier parte de un país o incluso del mundo. Estas estaciones terrenas temporales se instalan en un vehículo o utilizan contenedores portátiles equipados con una antena pequeña. Por consiguiente, es posible utilizarlas en caso de emergencia.

Las estaciones terrenas montadas en vehículos en los que se incorporan todos los equipos necesarios, por ejemplo una furgoneta con tracción en las cuatro ruedas, pueden empezar a funcionar a los 10 minutos de llegar, incluidas todas las acciones necesarias tales como los ajustes de dirección de la antena.

Una estación terrena portátil se desarma antes de transportarla y se vuelve a armar en el emplazamiento de destino en un tiempo comprendido entre 15 y 30 minutos. El tamaño y peso de los equipos generalmente permite su transporte a mano por una o dos personas y los contenedores están dentro de los límites establecidos para el equipaje en cabina por la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA). El peso total de este tipo de estación terrena, incluido el generador de potencia y el conjunto de antena, puede ser tan bajo como 150 kg pero lo normal es un peso de 200 kg. También es posible transportar los equipos por helicóptero.

En el Cuadro 4 aparecen ejemplos de pequeñas estaciones terrenas transportables utilizadas por los satélites de comunicaciones de Japón en la banda 14/12 GHz.

CUADRO 4

Ejemplo de pequeñas estaciones terrenas transportables en la banda 14/12 GHz

Ejemplo N°	1	2	3	4 ⁽¹⁾	5	6
Tipo de transporte	Montada en vehículo					
Diámetro de antena (m)	2,6 × 2,4	1,8	1,2	1,8	0,9	1,5 × 1,35
p.i.r.e. (dBW)	72	70	62,5	65,1-71,2 (95-400 W) ⁽²⁾	54-64 (20-200 W) ⁽²⁾	72 (400 W) ⁽²⁾
Anchura de banda de RF (MHz)	24-27	20-30	30	1,4-60 Mbit/s	64 kbit/s- 60 Mbit/s	1,4-60 Mbit/s
Peso total	6,4 toneladas	6,0 toneladas	2,5 toneladas	250 kg ⁽³⁾	70 kg ⁽⁴⁾	210 kg
Contenedor:						
– Dimensiones totales (m)	–	–	–	2,62 × 1,95 × 0,88	1,2 × 1,1 × 0,4 m	2,37 × 1,53 × 0,45
– Número total	–	–	–	–	1	1
– Peso máximo (kg)	–	–	–	< 345 kg	–	–
Capacidad del generador o consumo de potencia	7,5 kVA	10 kVA	5 kVA	~ 4 100 W	~ 4 100 W	~ 4 100 W
Número de personas necesarias	1-2	1-2	1-2	1	1	1

Ejemplo N°	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tipo de transporte	Aéreo								
Diámetro de antena (m)	1,8	1,4	1,2	0,75	0,9	0,9 × 0,66	1	0,9	0,9 × 0,66
p.i.r.e. (dBW)	70	64,9	62,5	42,5	44,0	51,7	55	66	51,7
Anchura de banda de RF (MHz)	20-30	30	30	Hasta 0,5	Hasta 0,5	2	6	64 k ~ 60 Mbit/s	64 k ~ 4 Mbit/s
Peso total (kg)	275	250	200	131	141	100	110	130	39
Contenedor:									
– Dimensiones totales (m)	< 2	< 2	< 2	1	1,2	–	–	1 × 0,6 × 1,2	70 × 47 × 31 (cm)
– Número total	10	13	8	5	5	–	–	3 ⁽⁵⁾	1
– Peso máximo (kg)	45	34	20	37	37	–	–	< 43 kg	39 kg
Capacidad del generador o consumo de potencia	3 kVA	0,9-1,3 kVA	1,0 kVA	< 370 W	< 370 W	< 2 kVA	< 2 kVA	~ 4 100 W	750 W
Número de personas necesarias	2-3	2-3	1-2	1-2	1-2	2	3	1	1

(1) Equipo suelto.

(2) El tamaño del amplificador se elige según el objetivo.

(3) El peso total no incluye el peso del automóvil.

(4) Sin amplificador.

(5) Existen tres contenedores cuyos tamaños son 72 × 60 × 26 (cm), 51 × 29 × 40 (cm) y 100 × 60 × 40 (cm) respectivamente.

2.5.1.2 Ejemplos de pequeñas estaciones terrenas transportables para su funcionamiento en la banda 30/20 GHz

Se han fabricado y funcionan actualmente de manera satisfactoria en Japón en la banda 30/20 GHz pequeñas estaciones terrenas transportables mediante camiones o helicópteros.

En el Cuadro 5 aparecen ejemplos de estas pequeñas estaciones terrenas transportables que funcionan en la banda 30/20 GHz.

CUADRO 5

**Ejemplos de pequeñas estaciones terrenas transportables
que funcionan en la banda 30/20 GHz**

Frecuencia de funcionamiento (GHz)	Peso total (ton.)	Requisito de potencia (kVA)	Antena		Máxima p.i.r.e. (dBW)	G/T (dB/K)	Tipo de modulación	Tiempo total de montaje (h)	Emplazamiento normal de la estación terrena
			Diámetro (m)	Tipo					
30/20	5,8	12	2,7	Cassegrain	76	27	FM (un canal de TV color ⁽¹⁾ o MDF-FM (132 canales de telefonía)	1	En un camión
	2	9	3	Cassegrain ⁽²⁾	79,8	27,9	FM (un canal de TV color ⁽¹⁾ y MICDA-MDP-2-SCPC (3 canales de telefonía)	1	En el suelo
	1	1 ⁽³⁾	2	Cassegrain	56,3	20,4	MDA-MDP-4-SCPC (1 canal de telefonía)	1,5	En el suelo
	3,5 ⁽⁴⁾	< 8,5	1,4	Cassegrain desplazada	68	20	TV digital (se multiplexan 3 canales vocales ⁽¹⁾ o 1 canal vocal)	> 1	En una furgoneta/vehículo todo terreno
	0,7	3	1	Cassegrain	59,9		15,2	FM-SCPC (1 canal de telefonía) o DM-MDP-4-SCPC (1 canal de telefonía)	1

⁽¹⁾ Unidireccional.

⁽²⁾ El reflector se divide en tres secciones.

⁽³⁾ Excluida la potencia necesaria para el aire acondicionado.

⁽⁴⁾ Incluido el vehículo.

2.5.2 Ejemplo de una red de emergencia y estaciones terrenas asociadas

2.5.2.1 Ejemplo de una red de emergencia en Italia que utiliza la banda 14/12 GHz

En Italia se ha diseñado e implementado una red de satélites de emergencia para su funcionamiento en la banda de frecuencias 14/12,5 GHz a través de un transpondedor EUTELSAT. Esta red especializada, que se basa en la utilización de técnicas totalmente digitales, proporciona circuitos de voz y datos de emergencia y un canal de vídeo comprimido en tiempo compartido para las operaciones de socorro y la recopilación de datos del medio ambiente. La arquitectura de la red se basa en una configuración en estrella de subred doble para los dos servicios y hace uso de MDT-MDP-2 y un esquema de transmisión dinámico AMDF-AMDT-MDP-2, respectivamente, para los canales saliente y entrante. El segmento de tierra se compone de una estación central común para las dos redes en estrella, que es una estación terrena fija con una antena de 9 m de diámetro y un transmisor de 80 W, un pequeño número de estaciones terrenas transportables con antenas de 2,2 m de diámetro y transmisores de 110 W de potencia, un cierto número de plataformas de transmisión de datos fijas con antenas parabólicas de 1,8 m y transmisores amplificadores de potencia de estado sólido de 2 W.

Estas plataformas tienen capacidad de recepción (G/T de 19 dB/K), para ser controladas a distancia por la estación principal, y su caudal de transmisión medio es de 1,2 kbit/s. Las estaciones terrenas transportables están montadas en camiones, pero si es necesario también pueden montarse en un helicóptero para transportarlas rápidamente. Tienen una G/T de 22,5 dB/K y van equipadas con dos conjuntos de equipos que contiene cada uno de ellos un canal vocal de 16 kbit/s (vocoder) y un canal facsímil de 2,5 kbit/s. Estas estaciones terrenas, que también pueden transmitir un canal de vídeo comprimido a 2,048 Mbit/s en SCPC-MDP-2, se controlan a distancia por la estación principal. En el Cuadro 6 se resumen las características principales de esta red de emergencia *ad hoc*.

CUADRO 6

**Ejemplo de una red de radiocomunicaciones por satélite de emergencia
que funciona en la banda 14/12 GHz**

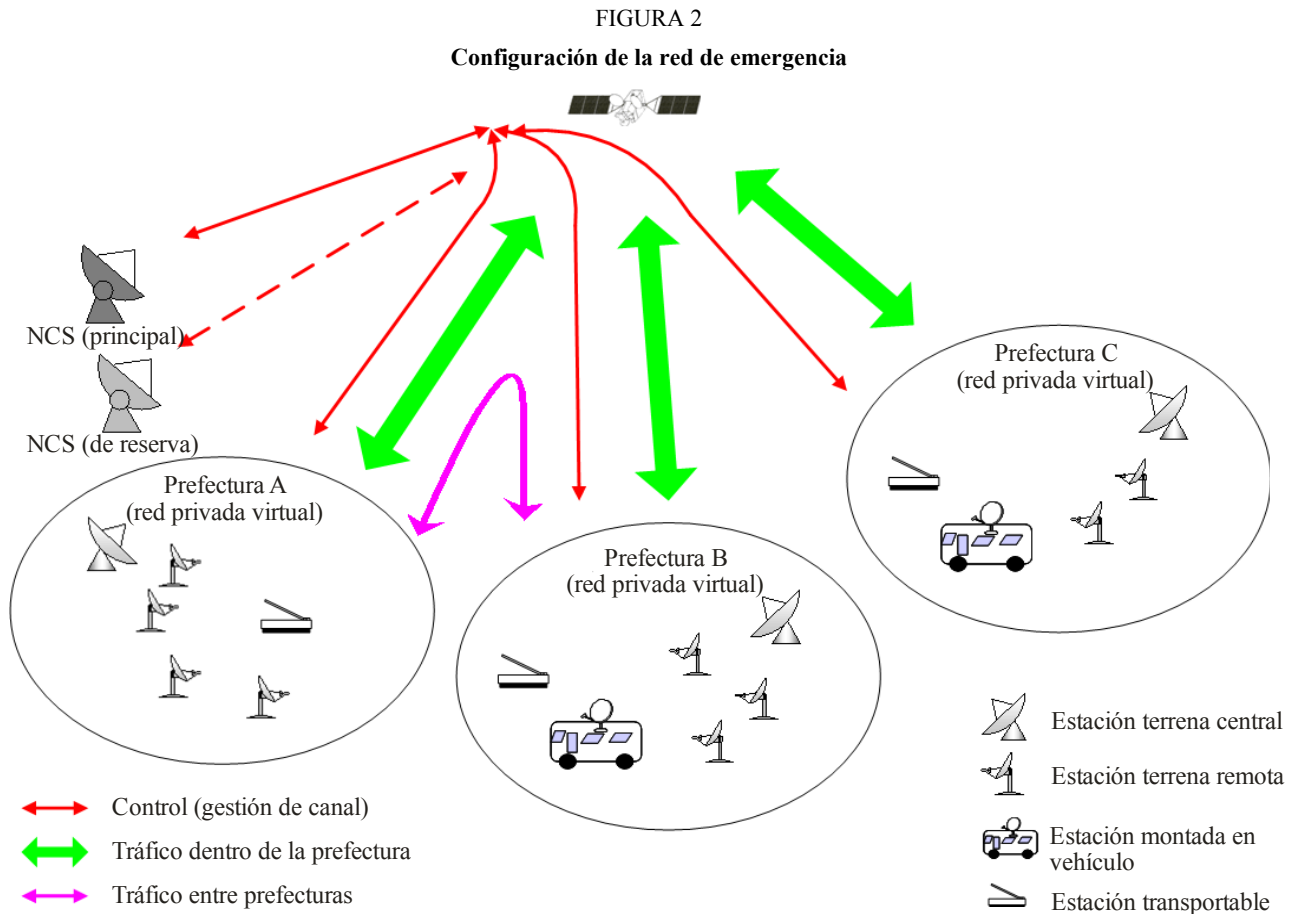
Denominación de la estación	Diámetro de la antena (m)	G/T (dB/K)	Potencia del transmisor (W)	Requisito de potencia primaria (kVA)	Esquema de transmisión		Capacidad del servicio
Principal	9,0	34,0	80	15,0	Tx	512 kbit/s-MDT/MDP-2 (+ FEC 1/2)	12 × 16 kbit/s (vocoder) canales vocales
					Rx	« <i>m</i> » × 64 kbit/s-AMDF/AMDT/MDP-2 (+ FEC 1/2) y 2,048 Mbit/s-SCPC/MDP-4 (+ FEC 1/2)	12 × 2,4 kbit/s canales facsímil 1 × 2,048 Mbit/s canal de vídeo
Periféricos (transportable)	2,2	22,5	110	2,0	Tx	64 kbit/s-AMDT/MDP-2 (+ FEC 1/2) y 2,048 Mbit/s-SCPC/MDP-4 (+ FEC 1/2)	2 × 16 kbit/s (vocoder) canales vocales 2 × 2,4 kbit/s canales facsímil
					Rx	512 kbit/s-MDT/MDP-2 (+ FEC 1/2)	1 × 2,048 Mbit/s canal de vídeo
Plataformas autónomas	1,8	19,0	2	0,15	Tx	64 kbit/s-AMDT/MDP-2 (+ FEC 1/2)	1 × 1,2 kbit/s canal de transmisión de datos
					Rx	512 kbit/s-MDT/MDP-2 (+ FEC 1/2)	

2.5.2.2 Ejemplo de una red de emergencia en Japón que utiliza la banda 14/12 GHz

Japón cuenta con una red de satélites que funcionan en la banda de frecuencias 14/12,5 GHz destinada fundamentalmente a las radiocomunicaciones de emergencia que acomoda más de 4 700 estaciones terrenas incluidas las VSAT situadas en las oficinas municipales y cuarteles de bomberos, estaciones terrenas transportables y estaciones terrenas montadas en vehículos. La red proporciona voz, facsímil, anuncios (simplex), transmisión de vídeo y transmisión de datos IP a alta velocidad.

Como muestra la Fig. 2, la red se basa en acceso múltiple con asignación por demanda (AMAD) de manera que hasta 5 000 estaciones terrenas pueden compartir los canales de satélite de forma eficaz. Una estación terrena solicita a la estación de coordinación de la red (NCS) la asignación de canales de tráfico tales como voz, facsímil y transmisión IP antes de establecer sus radiocomunicaciones con otras estaciones terrenas. Existen dos NCS en la red principal y de reserva.

La red está diseñada con una topología multiestrella en la que cada prefectura (Japón consta de 47 prefecturas) configura una subred independiente de forma que la oficina principal de la prefectura puede ser el centro de las radiocomunicaciones de emergencia en caso de catástrofe. Mediante la red de grupo cerrado, los recursos del satélite pueden ser controlados por la NCS dependiendo de la urgencia del caso. Por ejemplo, la NCS puede establecer prioridades en las radiocomunicaciones procedentes de una prefectura en particular, con respecto a las radiocomunicaciones de rutina en otras prefecturas, cuando en aquella se ha producido una emergencia. La red también proporciona radiocomunicaciones entre prefecturas, caso de haberlas.



Informe 2151-02

En el Cuadro 7 aparece un resumen de los parámetros de canal. Existen seis tipos de canales que consisten en SCPC (voz/datos/fax), anuncios, transmisión de datos IP, vídeo digital, difusión de datos del satélite y canal de señalización común (CSC). Los canales SCPC (32 kbit/s MICDA) y los canales de transmisión de datos IP (32 kbit/s-8 Mbit/s velocidad variable) son asignados por la NCS a las estaciones terrenas según demanda. Una estación terrena necesita anchura de banda de un canal de transmisión de datos IP basándose en su caudal instantáneo de tráfico de datos IP y dicha anchura de banda la asigna la NCS. Por consiguiente, la NCS gestiona de manera eficaz los recursos de satélite acomodando los canales de tráfico con anchura de banda variable mediante un nuevo algoritmo de gestión de canal. Una estación terrena diseñada para una transmisión TCP/IP de alta velocidad está equipada por una cabecera TCP dividida en 2 segmentos para incrementar el caudal TCP (véase la Recomendación UIT-R S.1711).

A fin de ayudar a establecer telecomunicaciones dirigidas a la zona afectada por la catástrofe y procedentes de las mismas, se están desarrollando estaciones terrenas de usuario más pequeñas con una alta calidad de funcionamiento. Los parámetros típicos de estas estaciones terrenas figuran en el Cuadro 8. Existen dos tipos de estaciones terrenas montadas en vehículos. Las estaciones terrenas de Tipo A están diseñadas para transmitir imágenes en movimiento basadas en MPEG-2 (es decir, 6 Mbit/s) y proporcionan un circuito vocal simultáneo disponible durante la transmisión de vídeo. Las estaciones terrenas están montadas en un vehículo relativamente grande tipo «Wagon». Por otro lado, se ha diseñado una estación terrena de Tipo B para transmitir imágenes limitadas en movimiento a baja velocidad mediante MPEG-4/IP (es decir, 1 Mbit/s) con un circuito vocal conmutable con la transmisión de vídeo. La estación terrena va montada en vehículo más pequeño de tipo «Land-cruiser». De forma similar a las estaciones terrenas montadas en vehículo de Tipo B, las estaciones terrenas transportables se han diseñado para transmitir imágenes de movimiento limitado a baja velocidad mediante MPEG-4/IP con un circuito vocal conmutable con la transmisión de vídeo. Su velocidad de transmisión de vídeo es únicamente de 256 kbit/s.

CUADRO 7

Resumen de los parámetros de canal de la red de satélites

Parámetros	SCPC (voz, fax, datos)	Anuncio	Transmisión de datos IP	Transmisión de vídeo digital	Radiodifusión de datos de satélite	CSC
Dirección	Bidireccional	Bidireccional	Bidireccional	Unidireccional	Unidireccional	Bidireccional
Acceso múltiple ⁽¹⁾	AD-AMDF	AP-AMDT/ AMDF	AD-AMDF	AD-AMDF	AD-AMDF	AA-AMDT/ AMDF
Modulación	MDP-4 ⁽²⁾	MDP-4 ⁽³⁾	MDP-4	MDP	MDP-4	MDP-4 ⁽³⁾
Velocidad de transmisión de la información	32 kbit/s	32 kbit/s	32 k - 8 Mbit/s ⁽⁴⁾	7,3 Mbit/s	6,1 Mbit/s	32 kbit/s
FEC	1/2 FEC	1/2 FEC	1/2 FEC ⁽⁵⁾	3/4 FEC+RS	3/4 FEC+RS	1/2 FEC
Cifrado	No disponible	No disponible	(IPSec) ⁽⁶⁾	(MULTI2) ⁽⁶⁾	MISTY	No disponible
Codificación	32 k MICDA	32 k MICDA	No disponible	MPEG2	No disponible	No disponible

⁽¹⁾ Relación de acrónimos para los esquemas de acceso múltiple:

AD-AMDF: Asignación por demanda – acceso múltiple por división de frecuencia

AP-AMDT: Asignación permanente – acceso múltiple por división en el tiempo

AA-AMDT: Acceso aleatorio – acceso múltiples por división en el tiempo.

⁽²⁾ El canal de ráfagas se utiliza debido a la activación de voz.

⁽³⁾ El canal de ráfagas se utiliza en dirección ascendente

⁽⁴⁾ Velocidad variable de equipo asimétrico con IP.

⁽⁵⁾ Se utiliza 3/4 FEC + RS para canales de velocidad superior a 3 Mbit/s.

⁽⁶⁾ Opcional.

CUADRO 8

Parámetros de las estaciones terrenas montadas en vehículo y transportables

Parámetros	Estación terrena montada en vehículo		Estación terrena transportable
	Tipo A	Tipo B	
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> – Imágenes en movimiento basadas en MPEG-2 – Circuito vocal simultáneo 	<ul style="list-style-type: none"> – Imágenes en movimiento de baja velocidad IP basadas en MPEG-4 – Circuito vocal conmutable con el circuito de vídeo 	<ul style="list-style-type: none"> – Imágenes en movimiento de baja velocidad IP basadas en MPEG-4 – Circuito vocal conmutable con el circuito de vídeo
Diámetro de antena	1,5 m (parábola desplazada)	75 cm (parábola desplazada)	1 m (sistema plano)
Potencia de salida	70 W (amplificador de estado sólido)	15 W (amplificador de estado sólido)	15 W (amplificador de estado sólido)
Número de canales y velocidad de transmisión	Vídeo: 1 canal (6 Mbit/s, MPEG2) Voz/IP: 1 canal	Vídeo: 1 canal (1 Mbit/s, IP) Voz/IP: 1 canal	Vídeo: 1 canal (256 kbit/s, IP) Voz/IP: 1 canal
Tipo de vehículo	«Wagon»	«Land-cruiser»	No disponible

2.5.2.3 Ejemplo de una red de emergencia en el sudeste asiático que utiliza la banda 14/12 GHz

Un organismo en el sudeste asiático ha establecido un sistema VSAT de banda ancha de extremo a extremo para potenciar las telecomunicaciones de banda ancha entre sus oficinas y mejorar la política de gestión de ciberriesgos.

La red de satélites interconecta la sede con: 13 oficinas nacionales, 25 oficinas de zona, 72 aldeas y 12 vehículos de emergencia. Basándose en IP, ofrece todos los servicios comunes de Intranet tales como acceso a la web y servidores FTP, mensajería electrónica y distribución de contenido en multidifusión; por ejemplo transmisión de tren de datos. Además, proporciona aplicaciones de banda ancha pertinentes para gestión de crisis (continuación de servicios de ciberriesgos): videoconferencia, trabajo en colaboración y voz sobre IP.

En situaciones normales el sistema cursa a velocidad de 8 Mbit/s:

- 2 Mbit/s compartidos por todas las radiocomunicaciones vocales;
- 3 Mbit/s para el intercambio de datos en la central;
- 3 Mbit/s para los datos compartidos por otras centrales de datos.

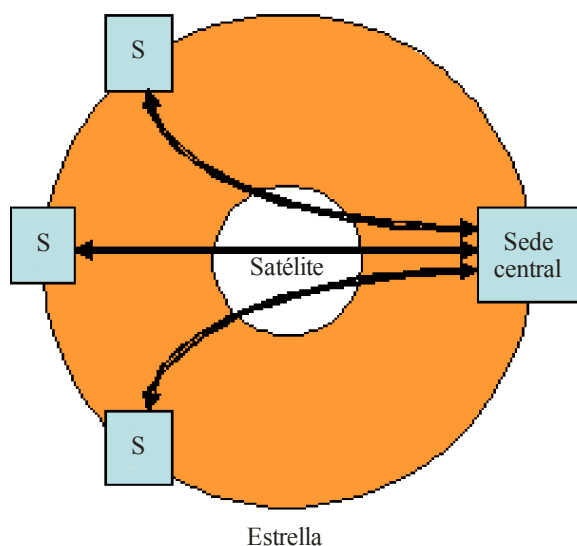
En situaciones de crisis el sistema cursa hasta 21 Mbit/s:

- 12 Mbit/s para los trenes de vídeo;
- 9 Mbit/s para hasta 16 terminales de videoconferencia.

Se basa en una red de satélites en estrella DVB-RCS (radiodifusión de vídeo digital con canal de retorno por satélite). Esta tecnología corresponde a la norma ETSI (EN 301 790) y permite el acceso a servicios multimedia por satélite mediante una pequeña antena parabólica. Aparece citada en la Recomendación UIT-R S.1709 – Características técnicas de las interfaces radioeléctricas para sistemas mundiales de comunicaciones por satélite de banda ancha.

Se ha elegido una topología en estrella (en vez de la topología en malla) con una central instalada en la sede y terminales de satélite instalados en los emplazamientos remotos indicados anteriormente.

FIGURA 3
Topología en estrella



Informe 2151-03

Esta topología es la más adecuada para servicios tales como los de videoconferencia ya que son por naturaleza punto a multipunto con una unidad de control multipunto situada en la central que también permite el acceso a Internet mediante un servidor de acceso de banda ancha. Deberá estar situada fuera del lugar donde se ha producido la catástrofe y, por consiguiente, presenta menos restricciones con respecto a las instalaciones; por ejemplo, la antena puede ser tan grande como sea necesario.

La red funciona en la banda 14/12 GHz (la banda de 14 GHz para los enlaces ascendentes y la banda de 12 GHz para los enlaces descendentes). Las antenas en esta banda son más pequeñas y ligeras lo que facilita su utilización y el transporte de material. Los terminales son de la última generación y con un diámetro de antena entre 0,6 m y 1,2 m, elegido de forma que se optimice el compromiso entre la relación señal/ruido y la facilidad de transporte. El subsistema de RF de los terminales remotos se especifica en la norma como la unidad de exteriores.

El enlace de ida cumple con la norma DVB-S lo que supone una MDP-4 y la combinación de un código Reed-Solomon (188, 204) como código externo y un código convolucional 1/2 como código interno. La pila de protocolo para el enlace de ida es IP/MPE/MPEG2-TS/DVB-S¹.

El enlace de retorno tiene una MDP-4 y una codificación turbo 2/3. La pila de protocolo para el enlace de retorno es IP/AAL5/ATM/DVB-RCS.

¹ MPE se refiere a encapsulado multiprotocolo.

La tecnología de acceso al satélite en el enlace de retorno es un acceso múltiple por división en el tiempo multifrecuencia fijo (FM-AMDT). FM-AMDT fijo permite a un grupo de terminales de satélite comunicar con la central utilizando un conjunto de frecuencias portadoras de igual anchura de banda mientras que el tiempo se divide en intervalos de igual duración. El centro de control de la red en la central atribuirá a cada terminal de satélite activo una serie de ráfagas, definidas cada una de ellas por una frecuencia, una anchura de banda, un instante de inicio y una duración.

La red de satélites soporta la calidad de servicio necesaria gracias a las características normalizadas a nivel MAC: las llamadas categorías de capacidad; pero las arquitecturas permiten la definición de una política de calidad de servicio a niveles superiores tales como las políticas basadas en DiffServ o InterServ (generalmente se prefiere DiffServ).

Los terminales de satélite pueden controlarse desde la central, pueden configurarse, pueden detectarse las averías y puede descargarse el software.

3 Ejemplo que describe la utilización de un sistema del SFS para la difusión de alertas en el caso de catástrofes naturales y otras emergencias similares

3.1 Sistema de alerta temprana en caso de terremoto

Japón, ha sufrido una serie de terremotos importantes desde la antigüedad (véase la Fig. 4) y la sociedad demanda cada vez una mayor protección de la vida y la propiedad y una reducción de los daños.

Para responder a esta demanda, se ha instalado un sistema de observación a lo largo de Japón a fin de detectar las ondas P mediante una densa red de sismógrafos instalados en el epicentro y transmitir información sobre la onda P a los centros meteorológicos responsables del procesamiento de dicha información (véase la Fig. 5).

La Agencia Meteorológica de Japón (JMA) analiza estos datos y determina la situación y magnitud del terremoto. Basándose en estos análisis, realiza una estimación del instante en que se producirá y de la intensidad del seísmo en cada emplazamiento. El anuncio anticipado de estas estimaciones se denomina «Alerta Temprana de Terremoto» (EEW).

JMA utiliza actualmente este proceso para predecir la posibilidad de que se produzcan maremotos y ofrecer alertas tempranas a las comunidades que puedan resultar afectadas por estos sucesos.

FIGURA 4
Terremotos principales en Japón (1996-mayo de 2008)
(Obtenido de la web JMP)

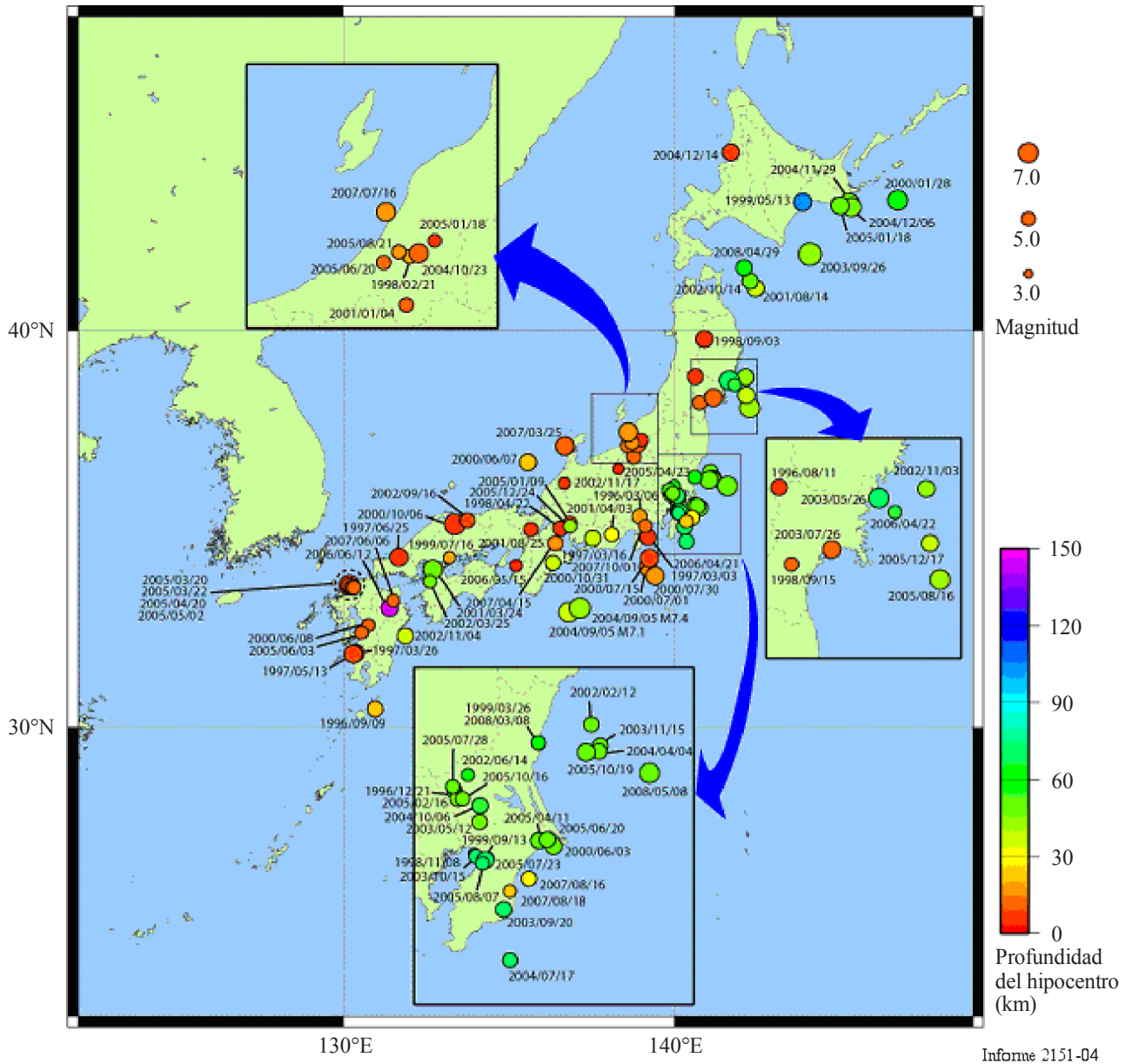
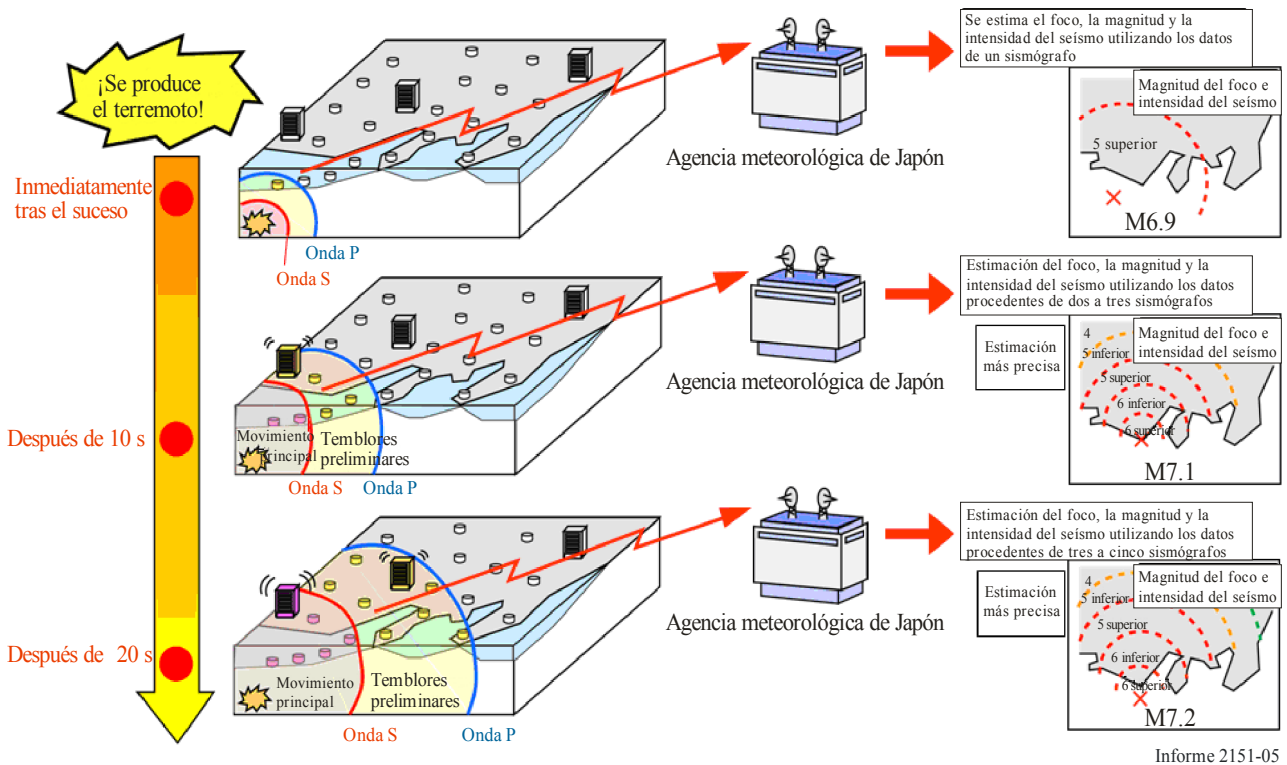


FIGURA 5
Mecanismos de la EEW

(Obtenidos de la dirección web JMA)



3.2 Distribución de la información por satélite

En Japón, la citada EEW se difunde por varios medios, incluidos sistemas del SFS. En este punto se explican las ventajas y la arquitectura del sistema del servicio de difusión de la EEW por satélite.

3.2.1 Ventajas de la red de satélites

Como una red de satélite es, en principio, un sistema robusto contra las catástrofes naturales, la información transmitida a través de las redes de satélites puede recibirse de manera segura y fiable aunque el emplazamiento de recepción se encuentre cerca del hipocentro. A diferencia de las redes terrenales, no es probable que una red por satélite resulte congestionada o afectada a causa de una catástrofe natural o una emergencia similar.

Adicionalmente, la red de satélites presenta la ventaja de que las nuevas estaciones receptoras pueden montarse con relativa facilidad en cualquier punto situado dentro de la zona de cobertura del satélite correspondiente.

3.2.2 Ejemplo de sistema para la distribución de información por satélite

En la Fig. 6 se representa un esquema del sistema de difusión de la EEW por satélite, donde la EEW enviada por la JMA se distribuye a través de un sistema de satélites a terminales receptoras. La información EEW también se proporciona a través de otros sistemas de servicios de telecomunicaciones.

El diagrama de bloques del sistema aparece en la Fig. 7. La EEW proporcionada por la JMA se difunde de manera segura (desde su inicio) y fiable (enlace de alta calidad).

La tecnología multidifusión IP utilizada por este sistema permite a los clientes y/o a los integradores del sistema adaptar los subsistemas de usuario para satisfacer sus requisitos. Adicionalmente, el software adjunto permite a los terminales de recepción mostrar de manera concisa la información necesaria. Las Figs. 8 y 9 representan el diagrama del subsistema receptor y la pantalla de presentación del software correspondiente, respectivamente.

FIGURA 6
Esquema del sistema de distribución por satélite de la EEW

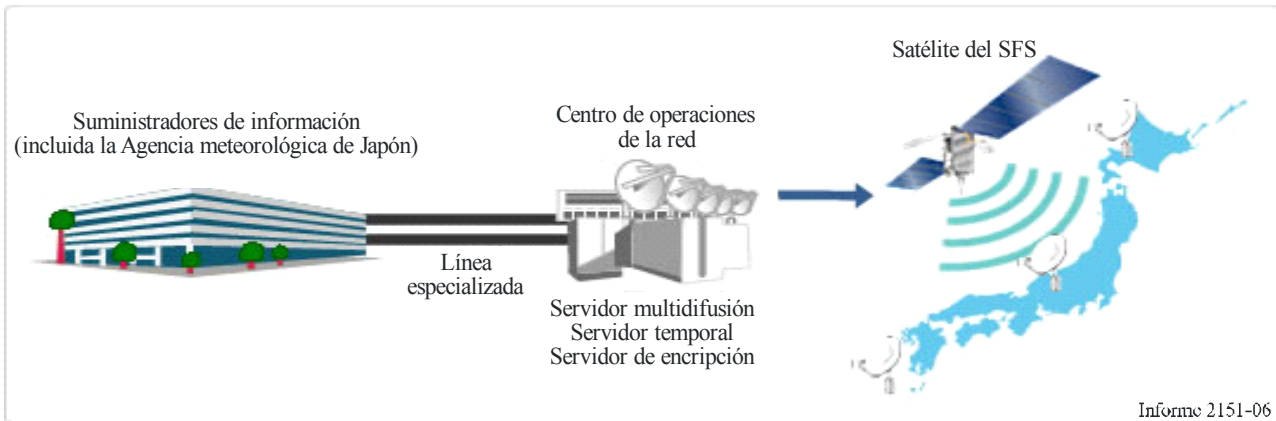


FIGURA 7
Diagrama de bloques del sistema de distribución por satélite de la EEW

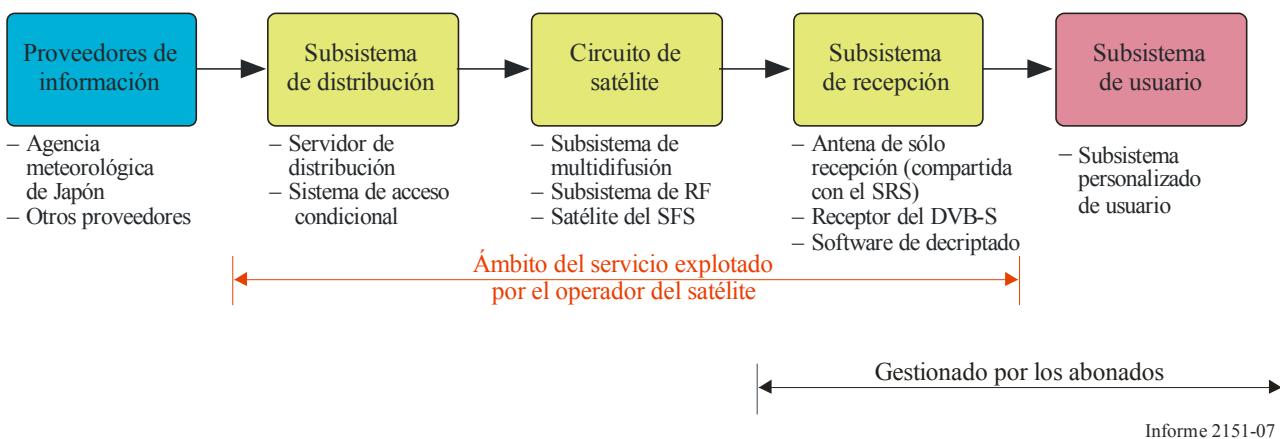
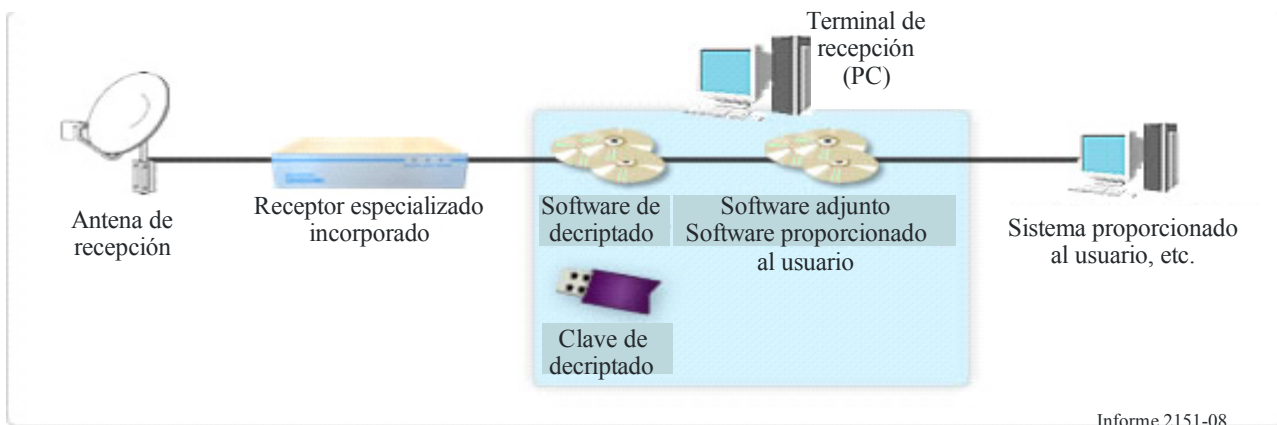
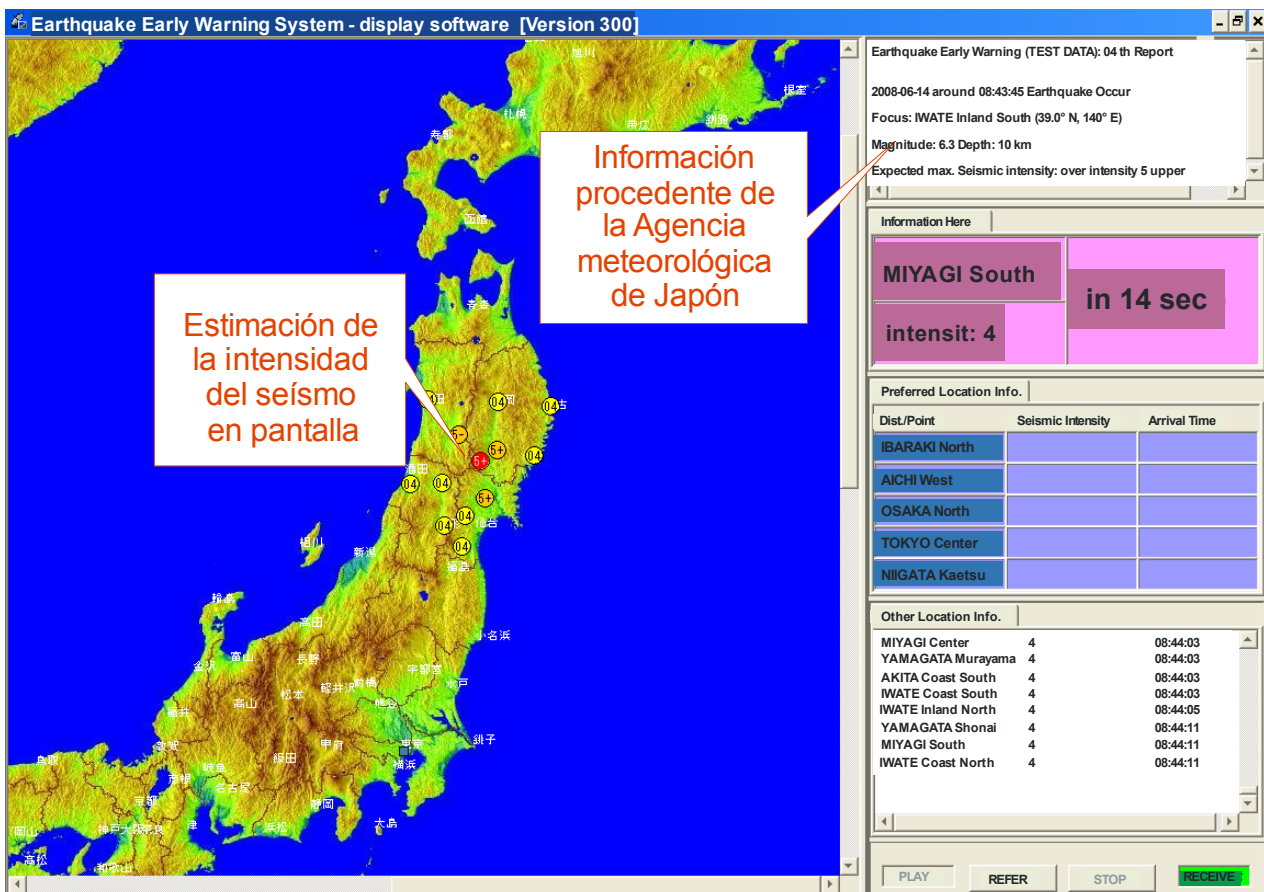


FIGURA 8
Subsistema de recepción



Informe 2151-08

FIGURA 9
Ejemplo de talla del software adjunto



Informe 2151-09

3.3 Ejemplos de casos de servicio de distribución por satélite de la EEW

En el sistema de recepción de la distribución por satélite de la EEW un cierto número de funciones tales como salida de contacto, reproducción del audio, envío de correo-e etc. pueden personalizarse para facilitar los anuncios dentro de los edificios, los dispositivos de alertas radioeléctricos, los equipos de control en fábrica y las videocámaras. Estas funciones son utilizadas por diversas

entidades tales como empresas de ferrocarriles, operadores de CATV, fábricas, escuelas, empresas de gestión de edificios, fabricantes de ascensores y hospitales (véase la Fig. 10).

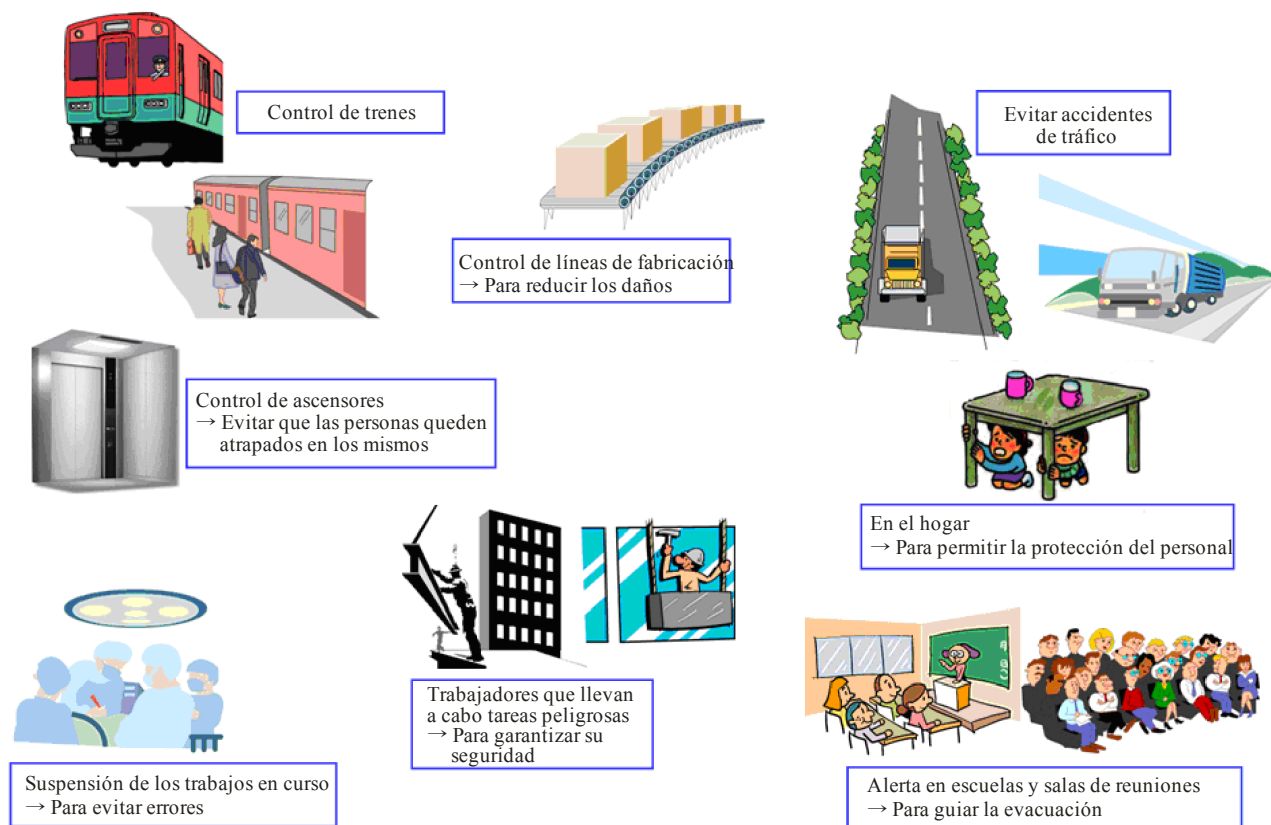
3.4 Ulterior desarrollo del sistema de distribución por satélite

En Japón, también se difunden a través de las redes del SFS anuncios tempranos y previsiones de tormentas con aparato eléctrico y precipitaciones.

Una entidad ha instalado una red de observación de descargas del rayo por todo Japón para observar y registrar el emplazamiento de los rayos, el instante en que se produce la descarga, la magnitud de la corriente del rayo, etc. Esta entidad proporciona anuncios tempranos y previsiones de los fenómenos con aparato eléctrico y las precipitaciones.

FIGURA 10

Ejemplos de utilización de la EEW
(Obtenidos de la dirección web de JMA)



Informe 2151-10

4 Conclusiones

Este Informe se actualizará periódicamente.

En el proyecto de nuevo Informe sobre Directrices para la utilización de las telecomunicaciones por satélite en la gestión de catástrofes en los países en desarrollo (véase el Documento 2/245 del UIT-D) aparecen otros ejemplos de redes de emergencias asociadas con el SFS.