



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“DISEÑO DE UN PLAN DE TELECOMUNICACIONES
PARA EMERGENCIAS EN DESASTRES NATURALES
EN EL ECUADOR”**

INFORME DE MATERIA INTEGRADORA

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

FULVIO ANDRÉS CARRASCO CABRERA

MICHAEL JOSÉ CEPEDA VASQUEZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos, al Ing. Fulvio Carrasco Cueva, Jefe de Operación y Mantenimiento de Transmisiones CNT-EP por su experiencia, información y apoyo incondicional para el desarrollo de nuestro proyecto.

De igual manera agradecemos al Dr. Freddy Villao Quezada Ph.D., por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en nosotros que podamos terminar con éxito este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, que me ha dado la sabiduría y la inteligencia para decidir ser lo que soy y a mis padres Fulvio y Narcisa que me supieron guiar con amor y disciplina en toda mi carrera profesional. A mis hermanos Luis y Roberto que en todo momento que apoyaron para lograr esta meta.

Fulvio Andrés Carrasco Cabrera

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, Pablo Cepeda y Norma Vásquez, y abuelos, Hortencia Rodríguez y Daniel Vásquez, quienes han sido los pilares de mi vida, brindándome su amor y guiándome a lo largo de toda mi carrera profesional. Y finalmente a mi hermana Alisson Cepeda por su apoyo incondicional.

Michael José Cepeda Vásquez.

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

.....
Dr. Freddy Villao Quezada, Ph.D.
PROFESOR EVALUADOR

.....
Msc. Boris Ramos Sánchez, Ph.D.
PROFESOR EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOl realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Fulvio Andrés Carrasco Cabrera

Michael José Cepeda Vásquez

RESUMEN

Con el pasar del tiempo los desastres naturales han ido aumentando, lo cual generó la necesidad de contar con planes de emergencia para mitigar sus efectos y generar una respuesta rápida con la finalidad de salvar el mayor número de vidas posibles. Los servicios de telecomunicaciones son un factor determinante en este tipo de sucesos por lo cual reactivarlos es elemental.

El pasado 16 de abril del 2016, nuestro país fue golpeado por un terremoto que afectó a las provincias de Manabí y Esmeraldas, donde posterior al suceso se pudo evidenciar la falta de preparación del Ecuador ante este tipo de sucesos, generando que las zonas afectadas quedaran sin los servicios de telecomunicaciones durante días debido a múltiples causas entre las que podemos citar: falta de energía eléctrica, antenas caídas, infraestructura de telecomunicaciones afectada, pérdida de enlaces, entre otros, lo cual aumentó el nerviosismo de la comunidad al no saber el estado de sus familiares por la falta de comunicación.

Por lo antes mencionado hemos desarrollado este proyecto cuyo objetivo es diseñar un Plan de Telecomunicaciones mediante la implementación de normativas y protocolos de emergencias para alerta temprana, mitigación y recuperación en desastres naturales, aunque debemos recalcar que nuestro proyecto está enfocado solo en los problemas que generan los terremotos.

Nuestro proyecto consta de 3 etapas, las cuales son:

Planificación.- está nos proporcionara una referencia general para determinar las acciones a ejecutar cuando los servicios de telecomunicaciones colapsen producto de un desastre natural por lo cual debemos realizar un inventario de la red y de los equipos que la forman, crear un stock de insumos de telecomunicaciones, dar capacitaciones a los técnicos e ingenieros en temas de telecomunicaciones de emergencia y realizar investigación en tecnologías de emergencia.

Análisis de la magnitud de los daños de la infraestructura colapsada y soluciones tecnológicas para restablecer los servicios de telecomunicaciones.- utilizando el software de gestión de red identificaremos las fallas en los enlaces de radio, fibra u otros servicios de forma precisa e inmediata para posteriormente analizar y determinar el grado de afectación a la infraestructura.

También analizamos las posibles soluciones tecnológicas que pueden ser implementadas para restablecer inmediatamente los servicios de telecomunicaciones de manera temporal donde haremos hincapié en el uso de los teléfonos satelitales y de las COW.

Ejecución.- se procederá al restablecimiento de los servicios de telecomunicaciones para lo cual se consideraran diferentes factores entre los cuales tenemos la ayuda internacional, el traslado de personal y equipos, el marco regulatorio nacional, la cooperación con los equipos de socorro, entre otros.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN.....	v
DECLARACIÓN EXPRESA.....	vi
RESUMEN.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍAS.....	xvi
CAPÍTULO 1.....	1
1. LAS TELECOMUNICACIONES EN EL ECUADOR POSTERIOR A UN DESASTRES NATURALES.....	1
1.2. Situación de las telecomunicaciones en desastres naturales ocurridos en el Ecuador.....	5
1.2.1. Inconvenientes para restablecer los sistemas telecomunicaciones en la provincia de Manabí.....	10
1.2.2. Radioaficionados.....	18
1.3. Problemas de telecomunicaciones producidos por un terremoto.....	23
1.4. Marco Regulatorio Internacional.....	25
1.4.1. Unión Internacional de Telecomunicaciones.....	25
1.4.2. CITEL.....	32
1.5. Marco Regulatorio Nacional.....	34
1.5.1. LOT (LEY ORGANICA DE TELECOMUNICAIONES).....	34

1.5.2.Reglamento general de la LOT.....	36
1.5.3.ARCOTEL.....	37
1.6.Cumplimiento del reglamento por las operadoras de telecomunicaciones.....	39
1.7.Objetivo General	40
1.8.Objetivos Específicos	40
1.9.Limitaciones	41
1.10.Justificación.....	42
CAPÍTULO 2	44
2. PLAN DE TELECOMUNICACIONES PARA EMERGENCIAS POSTERIOR A UN DESASTRE NATURAL EN EL ECUADOR.....	44
2.1.Importancia del restablecimiento del servicio de telecomunicaciones.....	44
2.2.Plan para el restablecimiento del servicio de telecomunicaciones posterior a un desastre natural.....	46
2.3.Etapas para la elaboración del Plan de Telecomunicaciones para emergencias posterior a un desastre natural en el Ecuador.....	48
2.3.1.Etapa 1: Planificación.....	49
2.3.2.Etapa 2: Análisis de la magnitud de los daños en la infraestructura colapsada y soluciones tecnologicas para restablecer los servicios de telecomunicaciones.....	53
2.3.3.Etapa 3: Ejecución	80
CAPÍTULO 3	87
3. RECOMENDACIONES Y SELECCIÓN DE LAS MEJORES OPCIONES TECNOLÓGICAS EN TELECOMUNICACIONES PARA EMERGENCIAS Y DESASTRES NATURALES EN EL ECUADOR.....	87

3.1.	Recomendaciones para los usuarios de teléfonos móviles o fijos posterior a un terremoto que provoco daños mínimos a la infraestructura de telecomunicaciones.....	89
3.2.	Soluciones tecnológicas posterior a un terremoto que provocó perdida de cobertura por daños parciales a la infraestructura de telecomunicaciones	90
3.2.1.	Daños en las instalaciones de servicio de telefonía fija	90
3.2.2.	Daños en las instalaciones de servicio de telefonía móvil.	91
3.3.	Soluciones tecnológicas posterior a un terremoto que provocó daños graves a la infraestructura de telecomunicaciones, así como derrumbes y taponamiento en túneles viales y mineros	92
3.3.1.	Solución tecnológica para personal que se encuentra sobre la superficie terrestre posterior a un terremoto.	92
3.3.2.	Solución tecnológica para personal que se encuentra atrapado por derrumbes en túneles viales o mineros ocasionados o posteriores a un terremoto	99
CAPÍTULO 4.....		102
4.	RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN	102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		104
BIBLIOGRAFÍA.....		107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Escombros del terremoto ocasionado en Ambato [1].....	2
Figura 1.2: Epicentro del terremoto en la provincia de Manabí [2]	3
Figura 1.3: Organigrama del Comité Operativo de Emergencias COE [3].....	4
Figura 1.4: Central Telefónica destruida, CNT-Portoviejo	6
Figura 1.5: Daños en la Central Telefónica, CNT-Pedernales.....	6
Figura 1.6: Estación repetidora destruida, CNT-Cerro Nueve-Jama	7
Figura 1.7: Infraestructura de estación repetidora desplomada y daños en equipos de telecomunicaciones, CNT-Cerro Nueve-Jama	7
Figura 1.8: Equipos de telecomunicaciones entre escombros, CNT-Jama.....	8
Figura 1.9: Infraestructura y torre de telecomunicaciones destruida, central telefónica CNT-Jama	8
Figura 1.10: Desnivel y cuarteamientos en la base de la torre auto-soportada de telecomunicaciones, CNT-Cojimies	9
Figura 1.11: Antena caída y daño en la infraestructura en la base de la torre de telecomunicaciones, CNT-El Matal	9
Figura 1.12: Equipos multidisciplinarios CNT	10
Figura 1.13: Centro de Gestión CNT-Manabí.....	11
Figura 1.14: COW reubicada e instalada en Jama-Manabí.....	12
Figura 1.15: Tramo de la carretera vía Pedernales – Muisne [5].....	13
Figura 1.16: Shelter Pedernales-Manabí	13
Figura 1.17: Traslado de combustible a la zona del desastre Manabí.....	15
Figura 1.18: Porcentaje de afectación de las radios bases de las operadoras móviles en el Ecuador. 17 de abril del 2016 [6].....	24
Figura 1.19: Porcentaje de afectación de las radios bases de las operadoras móviles en el Ecuador. 17 de abril del 2016 [6].....	24
Figura 1.20: Organización de la CITEL	32

Figura 2.1: Entorno de los Problemas y Emergencias del servicio de telecomunicaciones posterior a un desastre natural	45
Figura 2.2: Plan de telecomunicaciones para emergencias posterior a un desastre natural en el Ecuador.....	47
Figura 2.3: Actividades de la Planificación	49
Figura 2.4: Sistema P2P [15]	56
Figura 2.5: Equipo con tecnología P25 [16]	58
Figura 2.6: Sistema de radio digital TETRA [17]	60
Figura 2.7: Comparación entre los sistemas P25 y TETRA [18].....	61
Figura 2.8: Equipo utilizado en el sistema TEDRA [19].....	64
Figura 2.9: Transmitiendo en una cueva con el equipo del sistema TEDRA [20]	65
Figura 2.10: Redes VSAT [21]	67
Figura 2.11 Antena satelital de las Redes VSAT [22]	68
Figura 2.12: COW [23]	70
Figura 2.13: Funcionamiento de los teléfonos móviles satelitales [24]	72
Figura 2.14: Red satelital de Iridium [25].....	73
Figura 2.15: Teléfono móvil satelital Iridium [26]	74
Figura 2.16: Niveles de transición de cada señal enviada [27].....	75
Figura 2.17: Teléfono móvil satelital Globalstar [28].....	76
Figura 2.18: Teléfono móvil satelital Inmarsat/ IsatPhone [30]	78
Figura 2.19: Teléfono móvil satelital Thuraya [31].....	79
Figura 2.20: Actividades de la Ejecución	81
Figura 3.1: Mapa de peligrosidad sísmica en el Ecuador [32]	87
Figura 3.2: Red de satélites Iridium [34].....	95
Figura 3.3: Zonas mineras del Ecuador [35]	100

Figura 3.4: Entrada de Mina Cabo de Hornos-Ecuador [36].....	101
Figura 3.5: Túnel vial en Santo Domingo-Ecuador [37].....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Mensajes enviados a familiares desde la zona afectada	21
Tabla 2: Mensajes enviados	21
Tabla 3: Radioaficionados que participaron en la emergencia	22
Tabla 4: Equipos y accesorios utilizados en la emergencia (GRC)	23
Tabla 5: Costo del servicio de Globalstar en Estados Unidos [29]	77
Tabla 6: Distribución de teléfonos satelitales según el número de habitantes de cada provincia	96
Tabla 7: Distribución de teléfonos satelitales a entidades políticas y organismos de socorro	97
Tabla 8: Inversión total de los teléfonos satelitales	97

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍAS

UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
CITEL	Comisión Interamericana de Telecomunicaciones
ARCOTEL	Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones
LOT	Ley Orgánica de Telecomunicaciones
OEA	Organización de los Estados Americanos
MINTEL	Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información
COE	Comité operativo de emergencias
ONU	Organización de las Naciones Unidas
CNT	Corporación Nacional de telecomunicaciones
PSE	Puntos de servicio de emergencia
COW	Cell On Wheels o Repetidora móvil temporal
P2P	Redes Punto a punto
P25	Project 25 y APCO-25
APCO-25	Association of Public-Safety Communications Officials-International
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
TEDRA	Through Earth Digital Radio Appliance
VSAT	Very Small Aperture Terminals- Terminal de Apertura Muy Pequeña
DWM	Multiplexación por división de longitud de onda
TDMA	Multiplexación por división de tiempo
FDMA	Acceso múltiple por división de frecuencia
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
BR	Bureau de Radiocomunicaciones de la UIT
CCP	Comité Consultivo Permanente
GTD	Grupo de Trabajo para el Desarrollo
WAN	Red de área amplia

AES	Estándar de Cifrado avanzado
DES	Estándar de Cifrado de Datos
DX	Distancia
CDMA	Code Division Multiple Access
LEO	Low Earth Orbiting
PSTN	Red telefónica pública conmutada
PLMN	Red móvil pública terrestre
GSM	Sistema global para las comunicaciones móviles
MAP	Mobile Application Part
GRC	Guayaquil Radio Club
UTED	Unidad de Telecomunicaciones de Emergencias y Desastres
ODFA	USAID Office of U.S. Foreign Disaster Assistance

CAPÍTULO 1

1. LAS TELECOMUNICACIONES EN EL ECUADOR POSTERIOR A UN DESASTRES NATURALES.

1.1. Desastres Naturales en el Ecuador

En el Ecuador a lo largo de su historia, se han registrado diferentes catástrofes naturales ocasionadas cómo: el fenómeno del Niño, terremotos y la permanente actividad volcánica.

Al fenómeno del Niño se le empezó a prestar atención a partir de la década de los 80 como un generador potencial de desastres y destrucción, y es así como en los años 1997 y 1998 en nuestro país se registraron grandes inundaciones, ocasionado pérdidas de vidas humanas y económicas.

Otra de las catástrofes que ha soportado nuestro país han sido los terremotos, entre los más sonados: el de Ambato el 5 de Agosto de 1949 y el más reciente en la provincia de Manabí el 16 de abril de 2016 con magnitud de 6,8 y 7,8 en la escala sismológica de Richter, respectivamente, dejando muchos fallecidos, heridos, desaparecidos e ingentes pérdidas económicas.

Además de las antes catástrofes registradas en nuestro país se debe mencionar también, la actividad permanente de los volcanes como: El Tungurahua, el Pichincha, el Cotopaxi, etc.

En nuestro trabajo, nos enfocaremos principalmente a estudiar el impacto que han ocasionado los terremotos en los sistemas de telecomunicaciones y como mitigarlos.

El sismo del 5 de agosto de 1949 con magnitud de 6.8 en la escala sismológica de Richter, conocido como Terremoto de Ambato, tuvo un alto potencial destructivo debido a la generación de grandes deslizamientos en la localidad de Pelileo.

De acuerdo a las investigaciones, el terremoto dejó más de 6000 muertos, alrededor de 100000 personas sin hogar. Las ciudades con mayor

destrucción fueron Pelileo, Píllaro, Guano y Ambato. En las varias investigaciones realizadas se pudo determinar que entre los principales efectos hubieron: grandes grietas en el terreno y derrumbes, así como voluminosos deslizamientos en montes y caminos de toda la región, cambio del paisaje en muchos lugares, donde tradicionalmente ha ocurrido el mismo fenómeno con otros terremotos. Además brotaron nuevas fuentes termales y algunas modificaron sus caudales y temperatura, mientras otras desaparecieron temporal o definitivamente.

La destrucción de Pelileo fue tal que la ciudad se debió reconstruirse en otro lugar, aunque con después se repobló el lugar afectado que en la actualidad se llama Pelileo Viejo. Este terremoto de fue uno de los fenómenos naturales más desastrosos en el Ecuador; las pérdidas materiales tanto para el Estado como para la población fueron incalculables y las consecuencias socioeconómicas afectaron al país durante varios años.

En la figura 1.1 se muestra la destrucción que ocasionó el terremoto en Ambato.



Figura 1.1: Escombros del terremoto ocasionado en Ambato [1]

Otra de las catástrofes de gran impacto en nuestro país ha sido el reciente terremoto ocurrido el 16 de Abril del 2016, especialmente en la costa ecuatoriana con epicentro entre las parroquias Pedernales y Cojimíes del cantón Pedernales con magnitud de 7.8 en la escala sismológica de Richter, registrándose grandes pérdidas materiales tanto para el Estado como para la población así como la pérdida de vidas humanas, y pérdida de servicios básicos en casi toda la provincia de Manabí.

En la figura 1.2 se muestra el lugar del epicentro del terremoto ocurrido en la provincia de Manabí

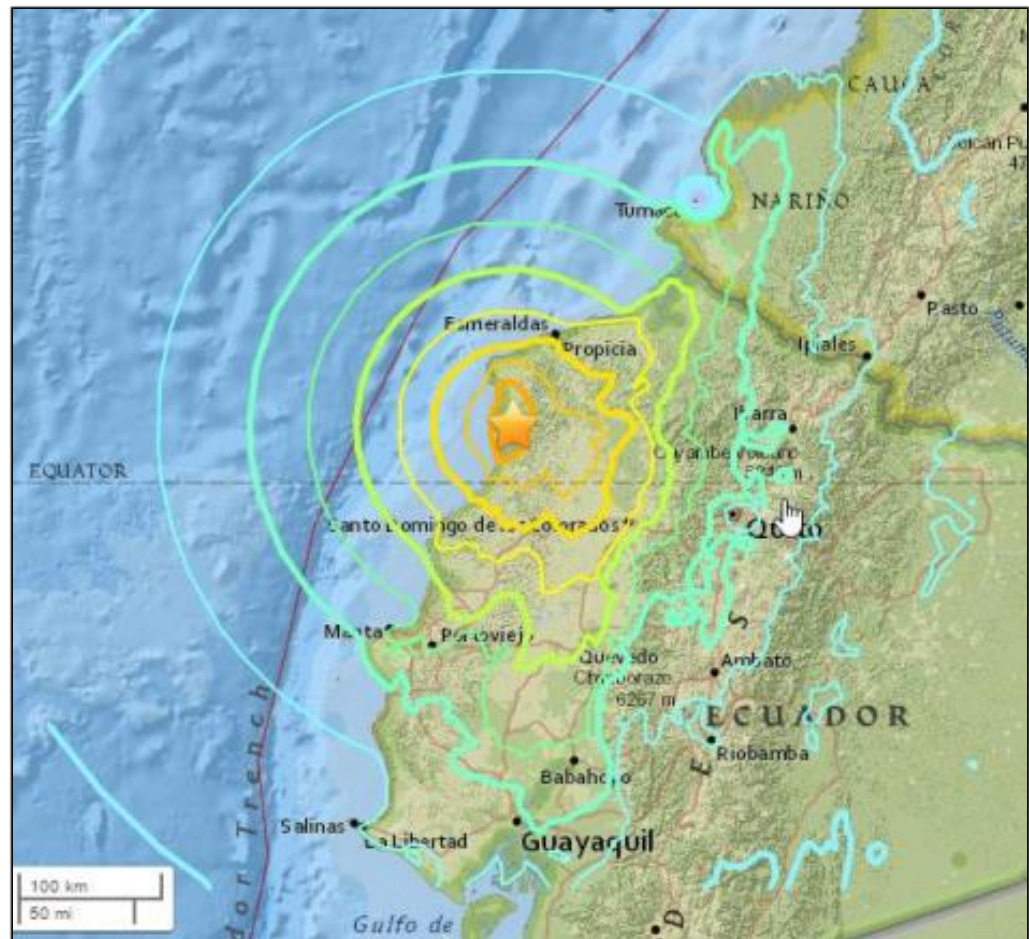


Figura 1.2: Epicentro del terremoto en la provincia de Manabí [2]

El Comité Operativo de Emergencias COE y la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo informaron que el terremoto dejó como saldo más de 700 fallecidos, 40 desaparecidos, 27.732 heridos de los que 4.605 fueron atendidos sólo en las primeras 72 horas, 29.067 albergados y 113 personas rescatadas con vida de entre los escombros.

En la figura 1.3 se muestra la estructura del Comité Operativo de Emergencias COE

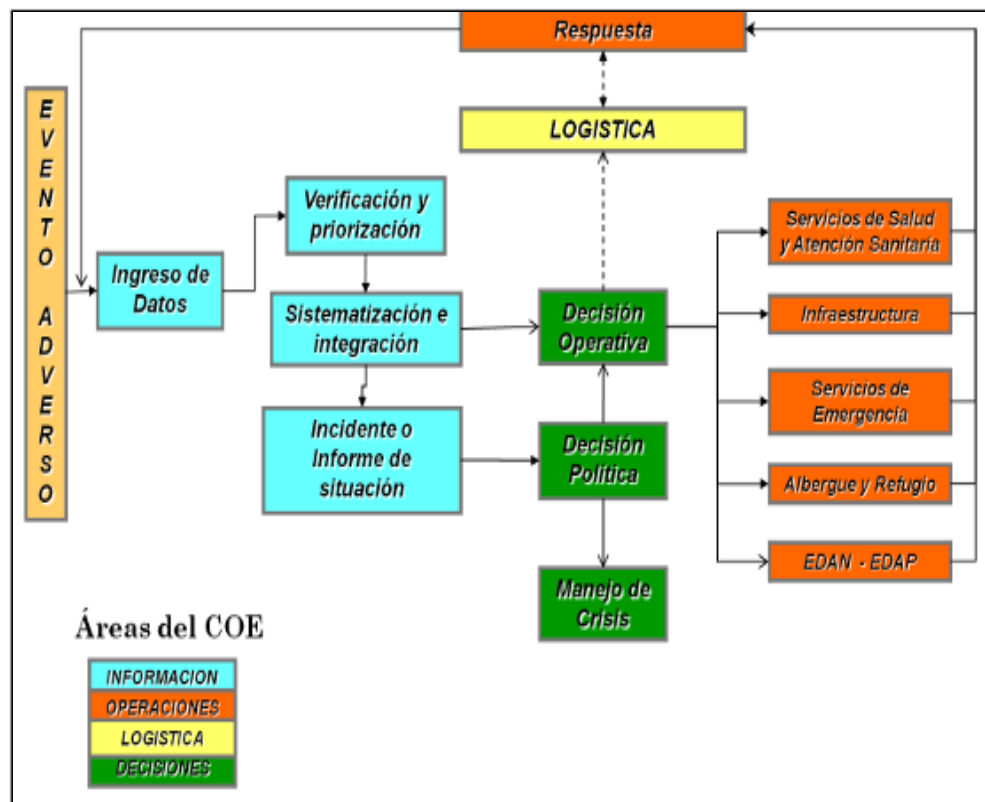


Figura 1.3: Organigrama del Comité Operativo de Emergencias COE [3]

La red social Facebook habilitó su función de aviso safety check en las áreas afectadas por el terremoto, esta aplicación serviría para confirmar a través de una notificación que los usuarios o sus conocidos se encontraban con vida o a salvo, también Google activó su herramienta Personal Finder, que funciona de manera similar a la anterior con la diferencia de que permite

la búsqueda de las personas indexadas. Las opciones de aviso se extendieron desde las provincias ecuatorianas de la Costa y Sierra.

El día 17 de abril del 2016 y por un periodo de tres días, la compañía Global de comunicaciones vía Skype habilitó su servicio de llamadas gratuitas a teléfonos fijos y móviles en todo en el Ecuador. La empresa de telecomunicaciones Sprint retiró los impuestos a los mensajes de texto y llamadas internacionales realizadas desde Estados Unidos hacia Ecuador entre el 16 y 26 de abril, y a su vez AT&T puso a disposición a sus clientes un plan similar para que pudiesen comunicarse sin impuestos con sus familiares o conocidos de Ecuador entre el 16 y el 22 de abril. [4]

1.2. Situación de las telecomunicaciones en desastres naturales ocurridos en el Ecuador.

En esta parte del proyecto tomaremos como referencia el terremoto del 16 de abril del 2016 en la provincia de Manabí y su incidencia en los sistemas de telecomunicaciones.

Según datos de prensa, informes de las operadoras de telefonía fija y móvil, empresas eléctricas y otros organismos de control indicaron que la mayoría de los servicios básicos habían colapsado en un alto porcentaje, cómo es el servicio de agua potable, energía eléctrica, telefonía fija y móvil, etc.

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) informó el 17 de abril que las principales causas por las que colapsaron las telecomunicaciones se debió a cortes o fallas del servicio eléctrico, a los daños de la infraestructura y/o desplome de centrales telefónica y estaciones repetidoras donde están ubicados los equipos de telecomunicaciones, así como también a los múltiples cortes de las redes de fibra óptica inter-centrales y troncalizadas, inclinación y/o desplome de torres (ventadas y auto soportadas) y antenas de telecomunicaciones, ocasionando pérdidas de alineación de enlaces de radio, etc.

En las figuras 1.4 y 1.5 observamos el desplome y daños de las centrales telefónicas de Portoviejo y Pedernales de CNT-EP, respectivamente.



Figura 1.4: Central Telefónica destruida, CNT-Portoviejo



Figura 1.5: Daños en la Central Telefónica, CNT-Pedernales

En las figuras 1.6 y 1.7 observamos cómo la estación repetidora de CNT-EP ubicada en Cerro Nueve-Jama-Manabí fue afectada en su infraestructura y los daños que sufrieron los equipos de telecomunicaciones.



Figura 1.6: Estación repetidora destruida, CNT-Cerro Nueve-Jama



Figura 1.7: Infraestructura de estación repetidora desplomada y daños en equipos de telecomunicaciones, CNT-Cerro Nueve-Jama

En las figuras 1.8 y 1.9 observamos el colapso total de la central telefónica de Jama-Manabí de CNT-EP y el desplome de su torre auto soportada (60mts) y antenas parabólicas de los sistemas de microondas que se enlazaban con esta población.



Figura 1.8: Equipos de telecomunicaciones entre escombros, CNT-Jama



Figura 1.9: Infraestructura y torre de telecomunicaciones destruida, central telefónica CNT-Jama

En la figura 1.10 se muestra el daño en las bases de la torre auto-soportada de CNT-EP en la estación repetidora ubicada en Cojimies en la provincia de Manabí.



Figura 1.10: Desnivel y cuarteamientos en la base de la torre auto-soportada de telecomunicaciones, CNT-Cojimies

En la figura 1.11 se muestra la caída de una antena parabólica de CNT-EP en la estación repetidora ubicada en El Matal en la provincia de Manabí.



Figura 1.11: Antena caída y daño en la infraestructura en la base de la torre de telecomunicaciones, CNT-El Matal

1.2.1. Inconvenientes para restablecer los sistemas telecomunicaciones en la provincia de Manabí.

Con el fin de recabar información más precisa de cómo procedieron las operadoras de telefonía fija y móvil para restablecer de forma inmediata las telecomunicaciones en la zona del desastre, se solicitó entrevistas a las gerencias técnicas de dichas operadoras.

- **Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT-EP**

El gerente técnico nos supo indicar, de cómo procedieron y que están haciendo actualmente para restablecer las telecomunicaciones en la zona del desastre.

Tan pronto pasó el terremoto, la gerencia técnica de CNT organizó grupos de trabajo multidisciplinarios con técnicos de las otras provincias que no fueron afectadas por el terremoto, para que acudan a la zona del desastre a fin de restablecer lo más rápido posible las telecomunicaciones, ya que muchos de los técnicos de la provincia afectada cruzaban por momentos difíciles, debido a las pérdidas de sus familiares, bienes, enseres, etc.

En la figura 1.12 equipos de trabajo multidisciplinarios instalando equipos de fibra óptica de emergencia.



Figura 1.12: Equipos multidisciplinarios CNT

Así mismo el gerente nos supo manifestar que:

- CNT posee un centro de gestión donde se monitorea y opera toda la red de telecomunicaciones, lo cual ayudó a saber con certeza qué sistemas de telecomunicaciones colapsaron tras el terremoto, tales como: centrales telefónicas y sistemas de transmisión (nodos B, enlaces de fibra óptica, sistemas de microondas, satelitales, etc.). Los equipos multidisciplinarios llevaban consigo equipos de medición y set de repuestos acorde a los daños.

En la figura 1.13 se muestra como se monitorea y opera la red de telecomunicaciones en Manabí.

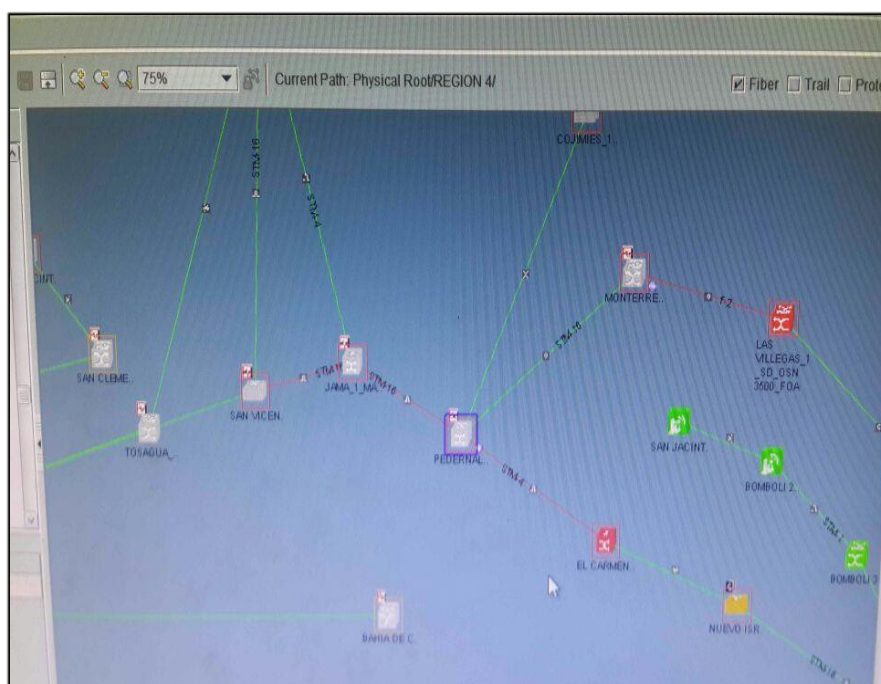


Figura 1.13: Centro de Gestión CNT-Manabí

- CNT reubicó e instaló sistemas de telefonía móvil (infraestructura móvil temporal-COW) a la zona del desastre con una cobertura estimada de 3 A 5 Km (Pedernales, Jama, Bahía de Caráquez,

Manta, Portoviejo, Muisne) con el fin de que en el menor tiempo posible los pobladores de estas ciudades puedan comunicarse de forma gratuita con sus familiares dentro y fuera del país.

En la figura 1.14 transporte e instalación de una COW en Jama.



Figura 1.14: COW reubicada e instalada en Jama-Manabí

- Debido que las redes troncales de fibra óptica DWM está anillada se pudo restablecer los servicios de datos e internet, así como la telefonía fija y móvil por otras rutas.
- El tiempo de restablecer un sistema de telecomunicaciones se extendió en algunos casos debido a que los accesos o carreteras habían sido afectados por el terremoto, lo cual dificultó que los vehículos en que se trasladaban los equipos y repuestos no lleguen a sus destinos en el tiempo estimado, por tal razón muchos de los técnicos tuvieron que avanzar a pie por muchas horas y en otros casos en acémilas.

En la figura 1.15 se muestra el agrietamiento de la carretera vía Pedernales–Muisne, impidiendo el paso a los vehículos, tomando rutas alternas o avanzando a pie.



Figura 1.15: Tramo de la carretera vía Pedernales – Muisne [5]

En la figura 1.16 se muestra la instalación de un shelter Pedernales-Manabí



Figura 1.16: Shelter Pedernales-Manabí

- Como se conoce, la mayoría de los sistemas de telecomunicaciones funcionan con energía DC con respaldo de energía AC pública y/o generadores de energía, los cuales se alimentan con combustible (diesel). Y es así como en muchos de los casos, por el colapso de la energía pública AC en la zona del desastre debieron entrar en funcionamiento los generadores de energía a través de un sistema de transferencia, sin embargo al igual que los equipos de telecomunicaciones también sufrieron averías tanto sus generadores, como sus cañerías de distribución y tanques de almacenamiento de combustibles.
- Por lo antes indicado, se tomó la decisión urgente de trasladar sistemas de generación portátiles a las estaciones afectadas, a fin de suplir la falta de energía eléctrica pública. y de esta forma entren en operación lo antes posibles los sistemas de telecomunicaciones, sin embargo esto conllevó a otro inconveniente, que fue el de cómo abastecer de combustible (diesel) a dichos generadores, ya que la mayoría de las gasolineras de la provincia de Manabí se encontraban afectadas y no habían expendido de combustible. Por tal razón se procedió a enviar combustible en tanqueros desde las provincias aledañas a la zona del desastre y desde ahí en el mejor de los casos distribuir el combustible en canecas a las centrales y estaciones repetidoras cuyas carreteras o caminos de acceso estaban en condiciones de transportar el combustible en camionetas 4x4, ya que en otros casos se tuvo que hacer uso del alquiler de acémilas para transportar el combustible especialmente a las estaciones repetidoras ubicadas en cerros y montañas cuyo camino de acceso fue muy afectado por el terremoto.

En la figura 1.17 observamos como trasladan combustible (diesel) a la zona del desastre para abastecer a los generadores.



Figura 1.17: Traslado de combustible a la zona del desastre Manabí

- **CONECEL S.A. (CLARO)**

De igual manera un delegado del gerente técnico nos supo indicar, de cómo procedieron y que están haciendo actualmente para restablecer las telecomunicaciones en la zona del desastre.

La compañía CONECEL luego del terremoto y con el conocimiento de los daños que ocurrieron especialmente en las provincias de Manabí y Esmeraldas organizaron grupos de trabajo multidisciplinarios, para que se trasladen a la zona del desastre a fin de restablecer lo más rápido posible sus radios bases de telecomunicaciones.

Así mismo el delegado de la gerencia técnica de CONECEL nos supo indicar qué:

- A través del centro de gestión que posee CONECEL, semejante al de CNT se monitorea y opera toda la red de telecomunicaciones, lo cual ayudo a saber con certeza qué sistemas o radios bases de telecomunicaciones colapsaron tras el terremoto.

- Debido a la falta de telecomunicaciones en el sector afectado, los equipos de trabajo llevaban consigo teléfonos móviles satelitales, a fin de mantenerse comunicado desde la zona del desastre.
- CONECEL instaló infraestructura móvil temporal en la zona del desastre (Pedernales).
- Los técnicos de CONECEL repararon las redes de fibra óptica que utilizan en radio bases ubicadas en Pedernales y Portoviejo con el fin de habilitar las telecomunicaciones.
- Al igual que CNT, CONECEL también tuvieron problemas con los tiempos estimados para restablecer sus radios bases de telefonía celular, debido a que los accesos o carreteras habían sido afectados por el terremoto, lo cual dificultó que los vehículos en que se trasladaban los equipos y repuestos no lleguen a sus destinos de acuerdo a lo planificado.
- De la misma manera que CNT, la mayoría de los sistemas de telecomunicaciones funcionan con energía DC con respaldo de energía AC pública y/o generadores de energía, los cuales se alimentan con combustible (diesel). Y es así como en muchos de los casos, por el colapso de la energía pública AC en la zona del desastre, muchas de estas radios bases dejaron de funcionar.
- Por lo antes indicado, se tomó la decisión urgente de trasladar sistemas de generación portátiles a las estaciones afectadas, a fin de suplir la falta de energía eléctrica pública. y de esta forma entren en operación lo antes posibles los sistemas de telecomunicaciones, sin embargo esto conllevó a otro inconveniente, que fue el de cómo abastecer de combustible (diesel) a dichos generadores, ya que la mayoría de las gasolineras de la provincia de Manabí se encontraban afectadas y no habían expendio de combustible.

- **OTECEL S.A. (MOVISTAR)**

Así mismo un delegado de la gerencia de operaciones de OTECEL nos hizo conocer, de cómo procedieron y que están haciendo actualmente para restablecer las telecomunicaciones en la zona del desastre.

La compañía OTECEL luego del terremoto y con el conocimiento de los daños que ocurrieron especialmente en las provincias de Manabí y Esmeraldas organizaron grupos de trabajo multidisciplinarios, para que se trasladen a la zona del desastre a fin de restablecer lo más rápido posible sus radios bases de telecomunicaciones.

Así mismo el delegado de la gerencia de operaciones OTECEL nos supo indicar qué:

- A través del centro de gestión que posee OTECEL, semejante al de CNT y CONECEL se monitorea y opera toda la red de telecomunicaciones, lo cual ayudó y saber con certeza qué sistemas o radios bases de telecomunicaciones colapsaron tras el terremoto.
- Los técnicos que se trasladaron a las provincias de Manabí y Esmeraldas llevaban consigo teléfonos satelitales, a fin de mantenerse comunicado desde la zona del desastre.
- Así mismo OTECEL puso a disposición en distintas partes de la población de las zonas del desastre, un servicio gratuito de comunicación de telefonía satelital denominado punto de servicio emergente (PSE) priorizando para centros de salud y albergues.
- Los PSE prestan servicios como: recarga de terminales, 6 teléfonos con llamadas gratuitas, adicional un teléfono satelital de manera gratuita.
- Entregaron 81 teléfonos satelitales: 5 entregados a (Vicepresidencia y Mintel) y 6 teléfonos a los rescatistas de terremotos y 76 a otras instituciones que conforman el COE (Comité Operativo de Emergencia)
- OTECEL instaló 2 radio bases móviles en Portoviejo y en Pedernales.

- Los técnicos de OTECEL repararon los cortes que sufrieron las redes de fibra óptica.
- OTECEL al igual que CNT y CONECEL también tuvieron problemas con los tiempos estimados para restablecer sus radios bases de telefonía celular, debido a que los accesos o carreteras habían sido afectados por el terremoto, lo cual dificultó que los vehículos en que se trasladaban sus técnicos, equipos y repuestos no lleguen a sus destinos de acuerdo a lo planificado.
- De la misma manera que CNT y CONECEL, por el colapso de la energía pública AC en la zona del desastre, muchas de estas radios bases dejaron de funcionar.
- OTECEL, envió o trasladó generadores de energía portátiles a las estaciones afectadas, a fin de suplir la falta de energía eléctrica pública y de esta forma entren en operación lo antes posibles los sistemas de telecomunicaciones, sin embargo al igual que CNT y CLARO tuvieron el mismo problema del abastecimiento de combustible (diesel) para estos generadores de energía.

1.2.2. Radioaficionados

Con el fin de recabar información de cómo procedieron y/o ayudaron a mitigar la falta del servicio de telecomunicaciones los radioaficionados luego del terremoto del 16 de abril del 2016 en la provincia de Manabí, se solicitó una entrevista al presidente de la comisión de emergencias de Guayaquil Radio Club Ing. Víctor Pérez, la misma que tuvo lugar el 17 de Agosto del 2016 en la ciudad de Guayaquil.

El mismo que nos supo indicar que:

- Inmediatamente sucedido el terremoto se activó el protocolo de emergencia de Guayaquil Radio Club (GRC) y su grupo de emergencias, la Unidad de Telecomunicaciones de Emergencias y Desastres (UTED).

- Se convocó a una reunión urgente en el Guayaquil Radio Club para planificar la ayuda que se iba a prestar. Se definió que la sala de radio de GRC estuvieran operativa en todas las bandas de forma perenne y se coordinó el despliegue de grupos de trabajo hacia las zonas afectadas con el fin de restablecer las comunicaciones de HF y VHF, con sus repetidoras.
- Al siguiente día del terremoto se movilizaron 4 grupos de trabajo con sus respectivos equipos portátiles de comunicaciones de emergencias a las zonas de Portoviejo, Manta, Pedernales y Jama.
 - Grupo 1: Gunter Chanange y Juan José Chanange
 - Grupo 2: Víctor Pérez y Ahmed Pérez
 - Grupo 3: Xavier Rhon, Vicente Concha y Mario Gordillo
 - Grupo 4: Alberto Espinoza y Mario Proaño

Se cumplió con el protocolo de emergencias y se restableció en primera instancia la comunicación con el Manabí Radio Club en HF y luego la reactivación de la repetidora que se encontraba en Cerro de Hojas permitiendo tener cobertura local por parte del Grupo 3.

Aproximada a las 15h00 el Grupo 1 llega a la ciudad de Pedernales estableciendo un puesto de comunicación fija en HF y VHF a través de la Ecuared que estaba trabajando correctamente en esa zona.

En la noche el Grupo 2 se traslada a Manta donde toma contacto con el Sr. Cesar Cajas y se integró al cuerpo de bomberos de esta ciudad en la red de emergencia ya que éste estaba sin energía eléctrica y su sistema de comunicación fuera de servicio.

El grupo 4 hizo base en Portoviejo apoyando el flujo de información que daban los radioaficionados de la zona de Manabí, hacia otras provincias.
- El día 19 de abril el Grupo 1 informo que tomó contacto con la Secretaria Nacional de Gestión y Riesgos en Pedernales para colaborar con ellos en el vehículo de comunicaciones que se encontraba en el sitio, pero no se logra conseguir la autorización debido a que ellos no tienen cómo comunicarse con su personal.

Así mismo el Grupo 3 en Portoviejo trató de ayudar en el ecu911 y no se le permitió el ingreso pese que estaba autorizado desde Guayaquil.

El Grupo 2 regresa a Guayaquil con 2 adultos mayores con problemas de salud trasladándolos al hospital del IESS.

El grupo 4 establece un puesto de comunicación fijo en la parroquia Santa Ana, permanecen 3 días ayudando a los ciudadanos enviando mensajes vía radio de cómo se encontraban sus parientes.

Personal de la USAID/OFDA llega a la zona afectada para realizar evaluaciones de la estructuras y solicita la colaboración de la UTED, por lo que el Grupo 4 que estaba en ese sector da el apoyo en comunicaciones, se instalan las radios con las antenas de HF y VHF así como también antenas satelitales BIGAN.

La central de comunicaciones del GRC informa que radioaficionados de Quito instalan equipos propios en el ecu911 debido a que los de ellos no trabajan hace algún tiempo.

Así mismo en Guayaquil intentaron habilitar el radio HF del ecu911 pero se encontraba fuera de servicio desde hace meses.

- El día 22 de abril el Grupo 1 se retiró de Pedernales y se trasladaron a Jama donde establecieron un puesto fijo de comunicación en el hospital de la localidad.

El Grupo 3 retorna a Guayaquil dejando 1 repetidor con su respectivo enlace de emergencia en el Manabí Radio Club como contingencia.

Radioaficionados de Manta trataron de hacer un acercamiento para ayudar con el COE instalado en el hotel Oro verde de esa ciudad y no fueron atendidos.

El Grupo 2 se movilizó a Manta llevando víveres para la población. [8]

En la Tabla 1 se muestran el número de los mensajes que fueron enviados a familiares desde la zona afectada a través de la ayuda brindada por radioaficionados en los diferentes Cantones/Parroquia de la provincia de Manabí.

Cantón/Parroquia	Grupo #	Personas que ayudaron
Portoviejo	2	138
Portoviejo	3	89
Manta	2	76
Pedernales	1	144
Santa Ana	4	45
Jama	1	62
Bahía	4	7

Tabla 1: Mensajes enviados a familiares desde la zona afectada

En la Tabla 2 se muestran el número total de mensajes que fueron enviados por radioaficionados desde la zona del desastre.

Radioaficionado de Guayaquil	561
Radioaficionado de Manabí	102
Radioaficionado de Quito	34
Total	697

Tabla 2: Mensajes enviados

En la Tabla 3 se muestran los radioaficionados que trabajaron en las zonas afectadas

Guayaquil	22
Ambato	8
Cuenca	6
Manta	4
Portoviejo	16
Quito	14
Machala	3
Ibarra	4
Riobamba	2
Santa Elena	5
Loja	15
Atacámes	1
Total	102

Tabla 3: Radioaficionados que participaron en la emergencia

En la Tabla 4 se muestran los equipos y accesorios utilizados en la emergencia por radioaficionados de GRC

Repetidores Portátiles	2
Radios HF	5
Radios VHF fijos	5
Radios Portátiles	6
Paneles solares	8

Baterías	4
Generador eléctrico	2
Antenas	16
Carpas	3
Remolques	3
Computadoras	2
Vehículos	7

Tabla 4: Equipos y accesorios utilizados en la emergencia (GRC)

1.3. Problemas de telecomunicaciones producidos por un terremoto

Según los informes obtenidos de las operadoras de telefonía fija y móvil y de la ARCOTEL, a continuación resumimos los principales problemas que se produjeron por el terremoto en los sistemas de telecomunicaciones.

- Colapso total o parcial de la infraestructura de las centrales telefónicas y estaciones repetidoras de telefonía fija y móvil.
- Inclinaciones o caídas de torres de telecomunicaciones.
- Pérdida de alineación de los enlaces de radio.
- Cortes aéreos y subterráneos de los tendidos de cables de fibra óptica inter-centrales y troncalizados de la red Nacional de Fibra Óptica.
- Caídas de postes de las redes de Planta Externa.
- Pérdida de energía eléctrica pública.
- Falla de grupos electrógenos.
- Escases de combustible para los generadores en la zona del desastre.
- Carreteras o caminos de acceso con grandes grietas y derrumbes impidieron que se llegue a tiempo a las distintas centrales telefónicas y estaciones repetidoras de telefonía fija y móvil.

A continuación en las figuras 1.18 y 1.19 detallamos un resumen, del grado de afectación que tuvieron las radiobase de las operadoras móviles de telecomunicaciones en el Ecuador los días 17 y 18 de abril, luego del terremoto del 16 de abril de 2016

OPERADOR	% Afectación	FECHA	HORA
CLARO		17/04/2016	13:53
NACIONAL	6,70%		
Manabí	71,0%		
Esmeraldas	42,4%		
Guayas	1,5%		
MOVISTAR		17/04/2016	13:59
NACIONAL	6,0%		
Manabí	80,0%		
Esmeraldas	6,0%		
Guayas	3,0%		
CNT		17/04/2016	13:47
NACIONAL	5,3%		
Manabí	59,0%		
Esmeraldas	17,0%		
Guayas	3,0%		

Figura 1.18: Porcentaje de afectación de las radios bases de las operadoras móviles en el Ecuador. 17 de abril del 2016 [6]

OPERADORAS MOVILES			
OPERADOR	Afectación (%)	FECHA	HORA
CLARO		18/04/2016	5:58
NACIONAL	4,40%		
Manabí	62,53%		
Esmeraldas	0,00%		
Guayas	0,30%		
MOVI		18/04/2016	5:58
NACIONAL	4,00%		
Manabí	46,00%		
Esmeraldas	10,00%		
Guayas	2,00%		
CNT		18/04/2016	4:51
NACIONAL	5,60%		
Manabí	75,00%		
Esmeraldas	0,00%		
Guayas	0,50%		

Figura 1.19: Porcentaje de afectación de las radios bases de las operadoras móviles en el Ecuador. 17 de abril del 2016 [6]

1.4. Marco Regulatorio Internacional

1.4.1. Unión Internacional de Telecomunicaciones

La UIT con sede en Ginebra (Suiza), es el organismo de la ONU en la cual los gobiernos y el sector privado coordinan los servicios y redes mundiales de telecomunicaciones.

La función de la UIT abarca tres sectores fundamentales que son: radiocomunicaciones, normalización y desarrollo, en la actualidad con 193 países miembros y más de 700 entidades del sector privado e instituciones académicas.

Se podría decir que la UIT es el primer foro mundial en el que las partes colaboran para lograr un consenso sobre una amplia gama de cuestiones que afectan a la futura orientación de la industria de las TIC. [9]

La UIT tiene como uno de sus objetivos promover la adopción de medidas destinadas a garantizar la seguridad de la vida humana, mediante la cooperación de los servicios de telecomunicaciones.

Por el aumento de los desastres naturales se han firmado diferentes tratados y resoluciones internacionales en materia de telecomunicaciones, con la finalidad precautelar las vidas humanas, de los cuales vamos a citar los siguientes:

➤ **Agenda de Túnez para la Sociedad de la Información - 2005**

Con relación a los desastres naturales se expresó lo siguiente:

Punto 91.- Reconocemos la relación intrínseca que existe entre la reducción de catástrofes, el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza, y que las catástrofes socavan gravemente las inversiones a muy corto plazo y siguen siendo un obstáculo para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza.

Estamos convencidos de la importancia que tiene la función habilitadora de las TIC en los ámbitos nacional, regional e internacional, a saber:

- a) La promoción de la cooperación técnica y el aumento de la capacidad de los países, especialmente los países en desarrollo, en cuanto a la utilización de instrumentos de las TIC para sistemas de alerta temprana y mecanismos de gestión y sistemas de comunicaciones ante emergencias, incluida la difusión de alertas comprensibles para los que se encuentran en peligro.
- b) El impulso de la cooperación regional e internacional destinada a facilitar el intercambio de información relativa a la gestión de los casos de catástrofe y el acceso a ella, y el estudio de distintos procedimientos encaminados a facilitar la participación de los países en desarrollo.
- c) El rápido establecimiento de sistemas normalizados de vigilancia y alerta temprana en todo el mundo vinculados a redes nacionales y regionales, así como la facilitación de actividades de respuesta ante catástrofes en todo el mundo, en particular en las regiones de alto riesgo.

➤ **Convenio de Tampere: “Salvando Vidas en Situaciones de Emergencia”**

Fue firmado en junio de 1998 en Finlandia en la ciudad de Tampere con la finalidad de implementar un suministro de telecomunicaciones para la mitigación de catástrofes y las operaciones de socorro.

Entró en vigor el 8 de febrero del 2005 tras la ratificación de 30 países. El Convenio ha sido hasta ahora firmado por 78 países pero hasta el momento ha sido ratificado por 46 [10]. Ecuador no se ha adherido al convenio de Tampere.

Características:

- Proporcionar un marco jurídico para el uso de las telecomunicaciones en la asistencia humanitaria internacional (Art. 3).

- Proteger plenamente los intereses de los Estados que soliciten y reciban asistencia.
- El Estado solicitante podrá especificar el alcance y tipo de asistencia requerida, este tiene derecho a supervisar la ayuda, así como también podrá rechazar la ayuda propuesta por otro Estado Miembro (Definir los elementos y aspectos específicos de la prestación de asistencia Art. 4)
- Definir los elementos y aspectos específicos de la prestación de asistencias de telecomunicaciones, tales como la terminación de la asistencia, pago o reembolso de gastos o comisiones (Art. 6, 7 y 8).
- Reducir las barreras reglamentarias (Art.9).
- El convenio no afectará a los derechos y obligaciones de los Estados Miembros de otros acuerdos internacionales.

➤ **Resolución 34: Asistencia y apoyo a países con necesidades especiales para la reconstrucción de su sector de telecomunicaciones.**

Esta resolución fue adoptada el 2006 en la Conferencia de Plenipotenciarios de la UIT y su última revisión se realizó en Busán en el 2014.

Resuelve que el Secretario General y el Director de la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones, con la ayuda especializada de los Sectores de Radiocomunicaciones y de Normalización de las Telecomunicaciones soliciten a los Estados Miembros que ofrezcan toda la asistencia y apoyo posible a los países con necesidades especiales.

El Director de la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones se encargará de.

1. Evaluar las necesidades específicas de cada país.
2. Garantizar una adecuada movilización de los recursos.

EL Secretario General se encargará de:

1. Coordinar las actividades desplegadas por los tres Sectores de la Unión a fin de garantizar la acción más eficaz que sea posible de la UIT en favor de los países con necesidades especiales.
2. Con la aprobación del Consejo y a petición de los países interesados, actualizar el anexo de la presente Resolución.

➤ **Resolución 36: Las telecomunicaciones/tecnologías de la información y la comunicación al servicio de la asistencia humanitaria.**

Esta resolución fue adoptada el 2006 en la Conferencia de Plenipotenciarios de la UIT y su última revisión se realizó en Guadalajara en el 2010.

En esta resolución se encarga al Secretario General y al Director de la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones colaborar con el Coordinador de las Operaciones de Socorro de Emergencia de las Naciones Unidas para brindar apoyo a los Estados Miembros que lo soliciten, en sus esfuerzos con miras a la adhesión al Convenio de Tampere.

➤ **RESOLUCIÓN 136: Utilización de las telecomunicaciones/tecnologías de la información y la comunicación en el control y la gestión de situaciones de emergencia y catástrofes para la alerta temprana, la prevención, la disminución de los efectos de las catástrofes y las operaciones de socorro.**

Esta resolución fue presentada el 2006 en la Conferencia de Plenipotenciarios de la UIT y su última revisión se realizó en Busán en el 2014.

Considerando los estragos que han provocado las catástrofes ocurridas en todo el mundo, en particular en los países en desarrollo,

donde las secuelas son mucho mayores debido a la falta de infraestructuras.

La UIT plantea usar el potencial de las telecomunicaciones/TIC para facilitar la prevención de catástrofes y disminuir los daños producidos con la ayuda de las Comisiones de Estudio de la UIT.

Resuelve que:

- Las Comisiones de la UIT deben seguir realizando estudios técnicos y elaboren recomendaciones sobre la aplicación técnica y operativa que cumpla con la protección civil en caso de catástrofes.
- Realizar respaldos de los sistemas de alertas tempranas a nivel nacional, regional e internacional incluyendo sistemas de supervisión por ejemplo teledetección.
- Promover entre las autoridades la aplicación de normas internacionales en materia de emergencia y catástrofes

Además alienta a los Estados Miembros a:

- Atender a las necesidades puntuales de espectro como complemento de lo dispuesto normalmente en los acuerdos suscritos con las administraciones afectadas, recabando al mismo tiempo asistencia internacional para la coordinación y gestión del espectro, de conformidad con la legislación vigente de cada país.
- Facilitar el uso de tecnología y soluciones existentes (satelital y terrenales) con la finalidad de proteger a la población y mejorar el desempeño de las operaciones de socorro.
- Crear centros de investigación y planificación con el fin de mejorar el despliegue de recursos y ayuda humanitaria en caso de emergencias.

➤ **Resolución 644: Recursos de radiocomunicaciones para la alerta temprana, la mitigación de catástrofes y las operaciones de socorro.**

Esta resolución fue adoptada en Ginebra en el 2012 en la Conferencia de Mundial de Radiocomunicaciones.

En esta resolución se indica que el Sector de Radiocomunicaciones de la UIT (UIT - R) continúe estudiando, con carácter de urgencia, los aspectos de las radiocomunicaciones / TIC que son relevantes para la alerta temprana, la mitigación de catástrofes y de socorro , tales como medios de telecomunicaciones descentralizados, las instalaciones de radio terrestres y de satélite de aficionados, terminales de satélite móviles y portátiles , así como el uso de sistemas de detección basados en el espacio pasivo.

Encarga al Director de la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones:

1. Que las actividades realizadas por esta resolución deben estar sincronizadas con las resoluciones 646 y 647, además de tener soporte en las resoluciones 36, 136 y el Convenio de Tampere.
2. Debe realizar colaboraciones con la WGET.

➤ **Resolución 647: Directrices sobre gestión del espectro para radiocomunicaciones de emergencia y operaciones de socorro en caso de catástrofe.**

Esta resolución fue adoptada en Ginebra en el 2012 en la Conferencia de Mundial de Radiocomunicaciones.

Esta resolución es un recordatorio a las administraciones a que comuniquen a la BR, a la mayor brevedad posible, las frecuencias que podrían utilizarse en situaciones de emergencia y reitera a las administraciones la importancia de mantener la disponibilidad de estas frecuencias.

Además encarga al Director de la Oficina de Radiocomunicaciones:

- Prestar asistencia a los Estados Miembros en sus actividades de preparación para las comunicaciones de emergencia mediante el mantenimiento de la base de datos de las frecuencias actualmente disponibles para situaciones de emergencia.
- Facilitar el acceso en línea a la base por parte de las administraciones, autoridades reguladoras nacionales, agencias y organizaciones de socorro en caso de catástrofe, y en particular al Coordinador de Socorro de Emergencia de Naciones Unidas.
- Informar a las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones sobre los avances logrados en relación con la aplicación de esta resolución.

Insta a las administraciones a que participen en las actividades de preparación para las comunicaciones de emergencia. [11]

➤ **RESOLUCIÓN UIT-R 55-2: Predicción, detección, mitigación de los efectos de las catástrofes y operaciones de socorro.**

Esta resolución ha tenido 3 actualizaciones hasta este momento, las cuales se han realizaron en el 2007, 2012 y la última se realizó en el 2015.

Resuelve que se debe hacer una utilización eficaz del espectro radioeléctrico para establecer las radiocomunicaciones en situaciones de catástrofe, dando a las Comisiones de Estudio del UIT-R la responsabilidad de emprender estudios y elaborar directrices para la predicción, detección y reducción de los efectos provocados por las catástrofes para de esta manera optimizar las operaciones de los equipos de socorro.

Todos estos estudios deben elaborarse en cooperación con el resto de la UIT para evitar posibles duplicados. [12]

1.4.2. CITEL

CITEL es una entidad autónoma de la Organización de los Estados Americanos (OEA), con sede en Washington DC, Estados Unidos.

En la CITEL participan 35 Estados Miembros y más de 200 miembros asociados entre ellos Ecuador.

La principal función de la CITEL es facilitar y promover el continuo desarrollo de las telecomunicaciones en el hemisferio americano, priorizando a los países en desarrollo.

En el Plan de Acción (2014-2018) la CITEL se planteó metas específicas dentro de las cuales podemos resaltar la siguiente:

- Apoyar la preparación para desastres y servir como medio para que los Estados Miembros canalicen sus necesidades de telecomunicaciones en relación con alerta temprana, mitigación y recuperación de desastres naturales.

En la figura 1.18 se muestra la estructura de la CITEL:

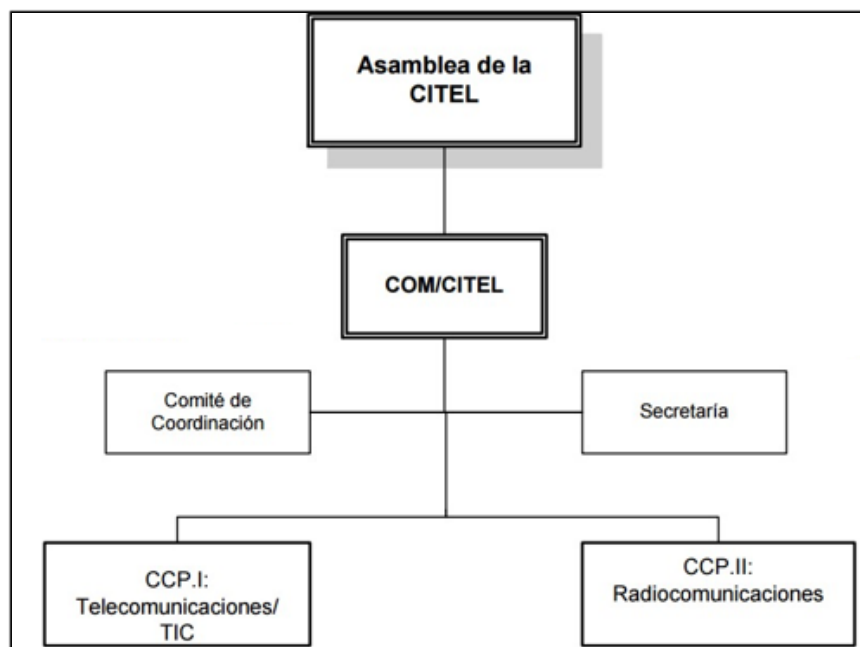


Figura 1.20: Organización de la CITEL

De los grupos de trabajos del CCP.1 (Comité Consultivo Permanente) existe uno que realiza relatoría sobre la prevención, respuesta y mitigación de catástrofes, el cual trata de promover y desarrollar técnicas que permitan mejorar la infraestructura de telecomunicaciones. [13]

El Grupo de Trabajo para el Desarrollo (GTD) encargado de este tema mediante relatorías expresó las siguientes recomendaciones que podrían ser adoptadas por los Estados Miembros:

- Considerar la adopción de procedimientos sencillos y eficaces que, sujetos al marco jurídico faciliten la libre circulación e implementación de terminales por satélite o todo equipo de telecomunicaciones necesario en el caso de desastres naturales o emergencias.
- Que las empresas concesionarias de servicios públicos de telecomunicaciones en el país del desastre faciliten, en la medida de las posibilidades, la infraestructura necesaria a las operaciones de socorro en el caso de desastres naturales o emergencias.
- Que en el caso de los países fronterizos se otorguen facilidades esenciales del cruce de frontera a los técnicos, equipos y vehículos de telecomunicaciones debidamente identificados, para las ayudas de rescate o para el restablecimiento de las telecomunicaciones en el país vecino.
- Que cada administración tenga en cada oficina central de las instituciones de socorro o rescate, por lo menos un teléfono satelital y un sistema VSAT.
- Contar con una reserva de espectro para uso de emergencias.
- Intercambiar información acerca de las experiencias sufridas para proceder al estudio y aprendizaje de ellas.

También se planteó la realización de un plan de telecomunicaciones de emergencias más regional sin embargo no debemos olvidar que si

bien existen puntos comunes, también existen fortalezas y debilidades distintas que no deben ser ignoradas sino plasmadas en el plan.

Para finalizar se expuso la posibilidad de crear un observatorio en coordinación entre la UIT y la CITEL.

1.5. Marco Regulatorio Nacional

1.5.1. LOT (LEY ORGANICA DE TELECOMUNICAIONES)

La Ley Orgánica de Telecomunicaciones (LOT) fue expedida por la Asamblea Nacional el 10 de febrero de 2015 y se publicó en el registro oficial # 439, el 18 de febrero del mismo año.

Los principales cambios que sufrió fueron:

La Creación de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), que reemplaza al Consejo Nacional de Telecomunicaciones, la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y a la Superintendencia de Telecomunicaciones.

Deroga la Ley Especial de Telecomunicaciones, la Ley de Radiodifusión y Televisión y el Mandato Constituyente 10.

En materia de desastres y emergencias la LOT dispone:

TÍTULO III

DERECHOS Y OBLIGACIONES

CAPÍTULO I.- Abonados, clientes y usuarios

Artículo 22.- Derechos de los abonados, clientes y usuarios.

Numeral 6.- A disponer gratuitamente de servicios de llamadas de emergencias y otros servicios informativos que establezca la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.

CAPÍTULO II.- Prestadores de Servicios de Telecomunicaciones

Artículo 24.- Obligaciones de los prestadores de servicios de telecomunicaciones.

Numeral 11.- Implementar el acceso, en forma gratuita, a los servicios de emergencia, determinados por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones y en caso de los servicios tales como móvil avanzado, cumplir con la entrega de información relacionada con la localización geográfica aproximada de una llamada.

Numeral 24.- Contar con planes de contingencia, para ejecutarlos en casos de desastres naturales o conmoción interna para garantizar la continuidad del servicio. Así mismo cumplirá con los servicios requeridos en casos de emergencia, tales como llamadas gratuitas, provisión de servicios auxiliares para seguridad pública y del Estado y cualquier otro servicio que determine la autoridad competente de conformidad con la Ley.

TÍTULO XIII

RÉGIMEN SANCIONATORIO

CAPÍTULO I.- Infracciones

Artículo 118.- Infracciones de segunda clase.

Literal b, Numeral 7.- La carencia de planes de contingencia en casos de desastres naturales o conmoción interna o no cumplir con los servicios requeridos en casos de emergencia, tales como llamadas de emergencia gratuitas.

CAPÍTULO II.- Sanciones

Artículo 121.- Clases.

Numeral 2.- La multa para las infracciones de segunda clase será de entre el 0,031% al 0,07% del monto de referencia.

Artículo 122.- Monto de referencia

Para la aplicación de las multas establecidas en esta Ley, el monto de referencia se obtendrá con base en los ingresos totales del infractor correspondiente a su última declaración de Impuesto a la Renta, con relación al servicio o título habilitante del que se trate.

Únicamente en caso de que no se pueda obtener la información necesaria para determinar el monto de referencia y se justifique tal imposibilidad, las multas serán las siguientes:

Literal b.- Para las sanciones de segunda clase, desde ciento uno hasta trescientos Salarios Básicos Unificados del trabajador en general.

1.5.2. Reglamento general de la LOT

El Reglamento General a la Ley de Telecomunicaciones fue publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 676 de 25 de enero de 2016.

El presente Reglamento General tiene por objeto el desarrollo y la aplicación de la LOT.

Con relación a desastres y emergencias se planteó lo siguiente:

TITULO VII

DEL REGIMEN DE CONTRATACION DE SERVICIOS

CAPITULO IV.- De los derechos y obligaciones de los prestadores de servicios

Art. 59.- Consideraciones generales de las obligaciones de los prestadores de servicios.- Para el cumplimiento de las obligaciones de los prestadores de servicios, previstas en la LOT, se considerará lo siguiente:

Numeral 10.- La implementación de acceso gratuito a servicios de emergencia, y ubicación de llamadas de emergencia prevista en el artículo 24 número 11 de la LOT será realizada por los prestadores del servicio de telefonía fija y servicio móvil avanzado.

Numeral 11.- Las obligaciones previstas en el artículo 24 numeral 24 de la LOT serán cumplidas por todos los prestadores de servicios del régimen general de telecomunicaciones.

Numeral 12.- Respecto a los servicios requeridos en casos de emergencia, los prestadores de servicios de telecomunicaciones proporcionarán de forma gratuita lo siguiente:

- i. Acceso a llamadas de emergencia por parte del abonado, cliente y usuario, independientemente de la disponibilidad de saldo.
- ii. Difusión por cualquier medio, plataforma o tecnología, de información de alertas de emergencia a la población, conforme la regulación que emita para el efecto la ARCOTEL. Dichos servicios se prestarán gratuitamente, sin perjuicio de la declaratoria de Estado de Excepción establecida en el artículo 8 de la LOT.

Numeral 14.- El o los planes de contingencia previstos en el artículo 24 numeral 24 de la LOT serán presentados en enero de cada año para conocimiento y revisión de la ARCOTEL.

1.5.3. ARCOTEL

La Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) es la entidad encargada de la administración, regulación y control de las telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico y su gestión, así como de los aspectos técnicos de la gestión de medios de comunicación social que usen frecuencias del espectro radioeléctrico o que instalen y operen redes.

Está adscrita al Ministerio rector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la información.

Tiene como visión y misión: promover el desarrollo armónico del Sector de las Telecomunicaciones.

La ARCOTEL mediante resolución expuso lo siguiente en materia de desastres y emergencias en el **REGLAMENTO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN POR SUSCRIPCIÓN** (Registro Oficial No. 749 del 6 de mayo del 2016).

Capítulo III.- Obligaciones y derechos para la prestación de servicios de telecomunicaciones y radiodifusión por suscripción.

Artículo 10.- Obligaciones de los poseedores de títulos habilitantes de registro para la prestación de servicios de telecomunicaciones y permisos o autorizaciones para la prestación de servicios de audio y video por suscripción

Numeral 9.- Contar y cumplir con los planes de contingencia, para ejecutarlos en casos de desastres naturales o conmoción interna para garantizar la continuidad del servicio de conformidad con la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, el ordenamiento jurídico vigente y el título habilitante.

Capítulo X.- Prestación de servicios de emergencia

Artículo 33.- Obligaciones vinculadas con servicios de emergencia.

Los prestadores de servicios de telecomunicaciones deberán asegurar el acceso gratuito de todos sus abonados, clientes, usuarios a los servicios públicos de emergencia definidos como tales por la ARCOTEL; así mismo, deberán dar cumplimiento a las disposiciones, normativa vigente o que se emita por la ARCOTEL.

Artículo 34.- Emergencia con relación a desastres naturales

En caso de producirse una situación de emergencia local, regional o nacional, tales como terremotos, inundaciones u otros hechos similares que requieran atención especial por parte de los prestadores de servicios de telecomunicaciones, éstos brindarán con prioridad todas las facilidades y apoyo que sean necesarios a las acciones conducentes a la solución de la situación. Para esto, la ARCOTEL coordinará con la autoridad competente y los prestadores que se considere para tal fin.

Artículo 35.- Prestación de servicios en estado de excepción.

De conformidad con el artículo 8 de la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, cuando el Decreto Ejecutivo de Estado de Excepción involucre la necesidad de utilización de los servicios de telecomunicaciones, en caso de guerra o conmoción interna, así como de emergencia nacional, regional o local, los prestadores que operen redes públicas de telecomunicaciones tienen la obligación de permitir el control directo e inmediato por parte del ente rector de la defensa nacional, de los servicios de telecomunicaciones en el área afectada; este control cesará cuando se levante la declaratoria mencionada, y se sujetará al ordenamiento jurídico vigente.

Artículo 36.- Los prestadores de servicios de telecomunicaciones deberán cumplir con el protocolo de estado de excepción que la ARCOTEL emita para el efecto.

Como podemos observar la LOT y la ARCOTEL son muy explícitas con respecto a las responsabilidades que debe tener cada uno de los prestadores de servicios de telecomunicaciones en caso de desastres y emergencias.

1.6. Cumplimiento del reglamento por las operadoras de telecomunicaciones

Como podemos observar las operadoras de telecomunicaciones cumplieron con el artículo 22 de la LOT y con los artículos 33, 34 y 35 del REGLAMENTO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES Y SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN POR SUSCRIPCIÓN por lo cual evitarían una sanción de segundo grado concerniente a los artículos mencionados anteriormente (Capítulo 1.5).

También hay un cumplimiento parcial con el artículo 24 de la LOT debido a que hasta el momento las empresas no han presentado un plan específico de contingencia para desastres naturales, aunque su respuesta fue inmediata luego del desastre; estas podrían enfrentar una sanción de segunda clase según el artículo 118 de la LOT aunque si tomamos en cuenta que el REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY ORGANICA DE

TELECOMUNICACIONES recién fue aprobado el 25/1/2016 en el cual se menciona que en enero se deben presentar los planes de contingencia, lo cual hace posible que las operadoras hayan obtenido una prórroga para la presentación de los mismos.

1.7. Objetivo General

Diseñar un Plan de Telecomunicaciones mediante la implementación de normativas y protocolos de emergencias para alerta temprana, mitigación y recuperación en desastres naturales.

1.8. Objetivos Específicos

- Recopilar datos de la Secretaria Nacional de Riesgo con el fin de identificar las zonas más vulnerables y de mayor afectación en caso de algún desastre natural como el fenómeno del niño, erupciones de volcanes, terremotos, inundaciones, deslizamientos, etc. y de esta manera elaborar un plan de contingencia de los sistemas de telecomunicaciones para suplir la ausencia de este servicio.
- Recopilar información por medio de entrevistas a los gerentes de las empresas de telecomunicaciones del Ecuador, proveedores de servicios de internet y representantes de las gerencias técnicas de CNT, Movistar, Claro y empresas de audio y video por suscripción sobre los planes de contingencias que tenían previstos para atender desastres naturales y qué experiencia les dejó el último terremoto de Manabí y cuáles son sus planes de contingencia para enfrentar posibles catástrofes en el Ecuador.
- Realizar un formulario unificado que ayude a las entidades de control de las telecomunicaciones en la recopilación de datos después del desastre natural ocurrido en Manabí tales como: enlaces de radio, enlaces de fibra óptica, sistemas satelitales y demás componentes que conforma una red de telecomunicaciones (Planta Interna y Externa) que resultaron afectados.

- Realizar una visita a la zona de desastre (Provincia de Manabí), para visualizar de mejor manera el estado actual de los sistemas de telecomunicaciones después del desastre, con el fin de comparar el antes y el después de las centrales telefónicas, torres de telecomunicaciones, planta externa y otras infraestructuras de telecomunicaciones.
- Continuar con el mejoramiento de los sistemas de gestión de los sistemas de telecomunicaciones con el fin de identificar oportunamente las fallas de los mismos y elaborar un plan de emergencia para suplir la falta de los sistemas de telecomunicaciones.

1.9. Limitaciones

Nuestro proyecto está limitado por el tipo de desastre:

Con respecto al tipo de desastres nos enfocaremos en los terremotos que como sabemos estos producen diferentes problemas como:

- Desplazamientos de tierra y derrumbes.
- Derrumbe de casas y edificios, entre otros.

Los cuales son diferentes a los problemas que generan las inundaciones, tsunamis, erupciones volcánicas entre otros, por lo cual las necesidades generadas y las soluciones podrían ser diferentes.

Aunque nuestro proyecto tiene como base la provincia de Manabí tiene como ventaja que la geografía de nuestro país es parecida en ciertas áreas por lo cual las medidas que tomemos pueden ser replicadas en el resto del país.

Para que este proyecto pueda ser ejecutado este debe ser acogido por el Gobierno Central a través del Ministerio de Telecomunicaciones y de la sociedad de la información.

Para ello deberá analizarse en su totalidad la infraestructura actual, los servicios brindados y las áreas de cobertura que brindan las operadoras, para que una vez realizados los estudios pertinentes podamos proceder a estudiar e implementar acuerdos que beneficien tanto los usuarios como las

operadoras de telecomunicaciones, con el fin de garantizar las telecomunicaciones en las zonas donde se produzca un desastre.

1.10. Justificación

Con el pasar del tiempo los desastres naturales han ido aumentando, lo cual generó la necesidad de contar con planes de emergencia para mitigar sus efectos y generar una respuesta rápida, para lo cual las telecomunicaciones juegan un papel muy importante por lo que debemos mantener operativas las comunicaciones con la finalidad de salvar el mayor número de vidas posibles.

Con el terremoto del pasado 16 de abril del 2016 se pudo evidenciar nuestra falta de preparación ante este tipo de sucesos, donde luego del desastre muchas zonas quedaron incomunicadas durante días debido a múltiples causas entre las que podemos citar: falta de energía eléctrica, antenas caídas, infraestructura afectada, pérdida de enlaces, entre otros lo cual dificultó las labores de rescate y aumentó el nerviosismo en la comunidad al no saber el estado de sus familiares por la falta de comunicación.

El día 8 de julio del 2016 en el Diario EL Universo en la página 9, sección de Lectores salió un artículo referente al colapso de los servicios de telecomunicaciones después del último terremoto en Manabí- Ecuador diciendo “Después de pasar por el susto del último terremoto, una vez que la tierra ceso de temblar, una de las primeras acciones que tomamos fue intentar llamar a nuestros seres queridos, a aquellos que no teníamos cerca.

Pero, ¿Que paso en ese momento?, no había señal, o la había pero simplemente la llamada “no entraba”.

Algo similar ocurría con el uso de las redes sociales, los mensajes “no salían”.

¡Estábamos incomunicados!

Y lo aceptamos, no lo comentamos, hemos implícitamente asumido que si a veces no hay servicio en condiciones normales, es lógico pensar que el servicio no esté disponible en condiciones de excepción como la del

terremoto. Esos minutos que no estuvo disponible la comunicación celular fueron críticos para salvar vidas humanas.

Esto lo afirmo porque, ya sea directa o indirectamente, la indisponibilidad del servicio de telefonía celular afecto las acciones inmediatas posteriores para tomar decisiones y aplicar con claridad los planes de contingencia. [14]"

Por los problemas mencionados anteriormente se propone este estudio, el cual implementa el diseño de un Plan de Telecomunicaciones para Emergencia en Desastres Naturales tomando en cuenta las normativas nacionales e internacionales para mejorar el tiempo de recuperación de los sistemas de telecomunicaciones que como hemos podido evidenciar juegan un papel determinante en estos casos.

CAPÍTULO 2

2. PLAN DE TELECOMUNICACIONES PARA EMERGENCIAS POSTERIOR A UN DESASTRE NATURAL EN EL ECUADOR

2.1. Importancia del restablecimiento del servicio de telecomunicaciones

Desde los inicios de las telecomunicaciones las diferentes administraciones y gobiernos del mundo reconocieron la importancia de las mismas, en el aporte a la mitigación de catástrofes y su esencial función como infraestructura de socorro en casos de emergencia y desastres.

Sabemos que las redes de telecomunicaciones fijas o móviles casi siempre se ven gravemente afectadas directa o indirectamente durante las primeras horas que siguen a las catástrofes naturales. Esta pérdida de comunicación provoca que las zonas afectadas suelen quedar aisladas muy rápidamente del contexto regional, nacional e internacional.

Sin una previa planificación de acciones para la atención oportuna luego de un desastre natural, se perderá mucho tiempo en los primeros días de una emergencia. Por ello una buena planificación aumentará la capacidad organizativa y deberá servir como punto de partida para la planificación de operaciones y la respuesta a emergencias.

Es fundamental que los operadores de telecomunicaciones de nuestro país comprometan recursos para el fortalecimiento de las telecomunicaciones con el fin establecer planes de emergencia para prever y afrontar situaciones catastróficas, las mismas que deberán contemplar: el análisis de la capacidad de sus redes, su vulnerabilidad, los procedimientos para su rápido restablecimiento, junto con una revisión periódica de su infraestructura, con la finalidad de identificar los posibles escenarios de desastre y a su vez formular las medidas que contrarresten y mitiguen sus efectos.

Una catástrofe natural por si sola genera otra emergencia adicional a la misma, por ejemplo los socorristas cuando llegan al lugar de los

acontecimientos deben establecer de forma inmediata enlaces de comunicaciones eficaces y completos entre la zona afectada y las autoridades encargadas de las operaciones, o centros de información, a fin de que interactúen coordinadamente con la complicada logística de las operaciones de socorro.

Los desastres naturales provocan un nivel muy elevado de tráfico telefónico que hace a las redes de telecomunicaciones fijas y móviles colapsen o se experimente un bloqueo del servicio debido a la congestión en el tráfico, por tal razón el gobierno deberá incentivar a la comunidad, la utilización de las redes sociales como medio de comunicación ya que estas consumen menos recursos de ancho de banda que una llamada telefónica.

A continuación en la figura 2.1 se muestra el entorno de la temática investigada en el capítulo anterior.



Figura 2.1: Entorno de los Problemas y Emergencias del servicio de telecomunicaciones posterior a un desastre natural

2.2. Plan para el restablecimiento del servicio de telecomunicaciones posterior a un desastre natural

La planificación de la respuesta a desastres y de emergencia para los sistemas de telecomunicaciones permite que los operadores de servicios móviles y telefonía fija estén preparados en prevención ante una situación de emergencia.

La preparación abarca la capacitación del recurso humano, el financiamiento, la disponibilidad de equipamiento de telecomunicaciones y suministros de emergencia y procedimientos de comunicación.

Durante una situación de emergencia real posterior a una catástrofe, se requiere una acción rápida y eficaz para mantener operativos los sistemas de telecomunicaciones. Para lograrlo, debemos establecer planes de respuesta para mitigar esta falta del servicio y los recursos necesarios, antes de que sobrevenga la catástrofe.

Sin embargo, para preparar una respuesta óptima, los operadores de telecomunicaciones del País, deberá disponer de la siguiente información:

- Inventario actualizado los sistemas de telecomunicación de los operadores que prestan sus servicios en el País, con el fin de conocer anticipadamente las posibles dificultades y/o falencias y qué hacer para resolverlas.
- Vulnerabilidad de la infraestructura de las telecomunicaciones fija y móvil.
- Avances tecnológicos en materia de telecomunicaciones para garantizar la comunicación en situaciones de emergencia.

La planificación es más eficaz cuando es un proceso participativo entre el gobierno y las operadoras de telecomunicaciones que prestan su servicio en nuestro país, esto contribuirá a mejorar la coordinación, reducir la duplicación de esfuerzos, esclarecer las funciones y expectativas y aumentar la eficacia general de la respuesta a los desastres.

La planificación de la respuesta a desastres y de emergencia deberá ser un proceso continuo. Los planes deberán ponerse a prueba y actualizarse con regularidad para validar su pertinencia; por ello el momento más indicado para promover el desarrollo o la actualización de un plan sería después de que haya ocurrido una catástrofe.

El Plan de telecomunicaciones para emergencias posterior a un desastre natural en el Ecuador consta de 3 etapas que son:

1. Planificación
2. Análisis de la magnitud de los daños en la infraestructura colapsada y soluciones tecnológicas para restablecer los servicios de telecomunicaciones.
3. Ejecución

En la figura 2.2 se presenta el Plan de Telecomunicaciones para emergencias posterior a un desastre natural.



Figura 2.2: Plan de telecomunicaciones para emergencias posterior a un desastre natural en el Ecuador

2.3. Etapas para la elaboración del Plan de Telecomunicaciones para emergencias posterior a un desastre natural en el Ecuador

La primera acción de respuesta para mitigar los efectos de las catástrofes ocasionadas por desastres naturales, debe ser ejecutada por el Gobierno Central, el mismo que deberá impartir las políticas y el marco jurídico para que a los organismos de control de telecomunicaciones así como a las operadoras de telefonía fijas y móviles públicas, televisión, radio, etc. elaboren y ejecuten sus planes de respuesta y contingencia.

A continuación, se consignan las estrategias de respuesta, las acciones, los riesgos y vulnerabilidades a los que se ven expuestos los sistemas de telecomunicaciones luego de una catástrofe natural. La planificación de emergencia, a su vez, abarcará la preparación y la ampliación de las actividades para responder eficazmente a riesgos muy específicos que se han determinado durante la fase de planificación de la respuesta a desastres.

Por consiguiente nuestro estudio se centrará en cómo mitigar la falta del servicio de telecomunicaciones posterior a un terremoto, el mismo que tiene una elevada probabilidad de ocurrir y frente a los cuales existe un alto grado de vulnerabilidad y deterioros de la infraestructura existente.

2.3.1. Etapa 1: Planificación

En la figura 2.3 se muestra las actividades de la Planificación

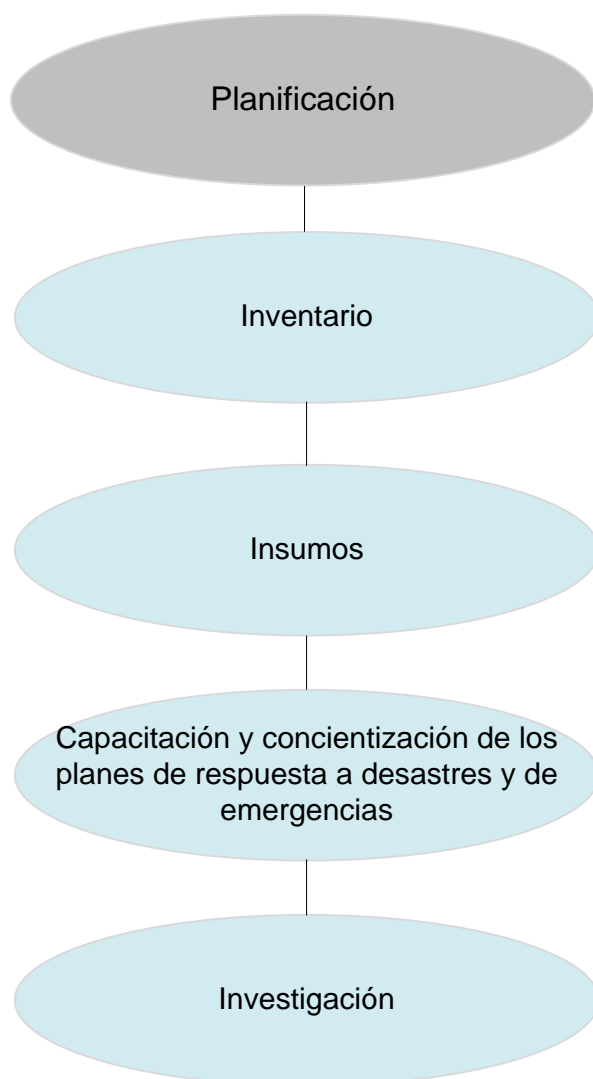


Figura 2.3: Actividades de la Planificación

Una buena planificación proporciona una referencia general para saber qué acciones se deben ejecutar, cuando el servicio de telecomunicación colapse luego de un desastre natural, la misma que deberá estar basada en las políticas, las estrategias, las experiencias de otros países, los criterios y el uso de los avances tecnológicos de equipos de comunicaciones para cubrir emergencias.

El papel exacto que deben desempeñar las operadoras de telecomunicaciones en situaciones de desastre debería negociarse y definirse con el Gobierno. Para ello las operadoras de telecomunicaciones deberán prepararse para mantener el servicio en casos de desastre. Esto significa, por ejemplo, negociar con el Gobierno la exoneración de impuestos y derechos de aduana para importación de los equipos de telecomunicaciones con tecnología apropiada para garantizar de alguna manera la continuidad del servicio de telecomunicaciones en las zonas del desastre.

a) Inventario

Uno de los aspectos más importantes en la elaboración de planes de respuesta y emergencia para mitigar los efectos de las catástrofes ocasionadas por desastres naturales en materia de telecomunicaciones es el inventario de infraestructura existente.

Es esencial que la información sobre el inventario de infraestructura de telecomunicaciones existente en el país sea exacta y fidedigna, ya que así podrán determinarse las deficiencias y optimizarse el uso de los recursos económicos. Además, se podrá fortalecer la capacidad existente de manera estratégica, a fin de atender mejor a las necesidades previstas durante un desastre potencial.

Al hablar de infraestructura no solamente nos referimos a los equipos de telecomunicaciones instalados en el territorio nacional, tales como las centrales telefónicas, casetas, estaciones repetidoras, torres de antenas, redes de fibra óptica, postes, ductos y demás obras civiles que funcionen como soporte de las telecomunicaciones sino también a la topología de la red puesto que esta nos ayudará a identificar qué punto o sector se encuentra caído o afectado por el movimiento telúrico o cualquier otro desastre natural.

Existen múltiples software para gestionar una red de telecomunicaciones, uno de estos es el sistema de gestión U2000

fabricado por Huawei, el mismo que nos ayuda a detectar en forma precisa e inmediata las fallas de enlaces de radio, fibra óptica y/u otros servicios.

Es necesario que esta información se actualice con regularidad a fin de garantizar el estado de los equipos que se posee.

b) Insumos

Basándose en el análisis de los daños y destrozos que ocasionaron los movimientos sísmicos (terremotos) a lo largo de nuestra historia y la vulnerabilidad a la que están expuesta la infraestructura de telecomunicaciones instalada en el país, los operadores de telecomunicaciones deberían estar en condiciones de hacer una lista con antelación de las posibles necesidades y falencias más comunes a la que se ven expuestos, con la finalidad de gestionar oportunamente los recursos para adquirir un stock completo de repuestos y equipos de medición.

Además, se debe realizar en forma periódica pruebas de funcionamiento a los repuestos y equipos adquiridos para restablecer los servicios de telecomunicaciones luego de un desastre natural. Así mismo servirán para que las operadoras de telecomunicaciones puedan realizar los mantenimientos preventivos y correctivos de sus redes.

c) Capacitación y concientización en los planes de respuesta a desastres y de emergencias

El proceso de planificación de la respuesta a desastres y de emergencias será eficaz siempre y cuando quienes prestan los servicios y quienes reciben la asistencia sepan qué deben hacer y qué pueden esperar antes, durante y después de la situación de emergencia.

Las operadoras de telecomunicaciones deberán invertir en la capacitación técnica de su personal de apoyo multidisciplinario, el

cual será esencial para garantizar una respuesta rápida y eficaz ante situaciones de emergencias.

La concienciación es muy importante para que el personal tome los ejercicios de la capacitación con total responsabilidad y así obtener el mayor beneficio de está.

Los planes de respuesta a desastres o de contingencia debería especificar cómo se avisará a la población en caso de emergencia, a donde acudir y de qué forma las operadoras de telecomunicaciones ofrecerán la continuidad del servicio.

d) Investigación

El gobierno deberá fomentar la investigación en materia de desastres naturales (terremotos) con la finalidad de obtener las mejores tecnologías y una preparación especializada que nos permita generar planes técnicos y recomendaciones para enfrentar este tipo de catástrofes.

Las primeras acciones que deberán realizar son:

- ✓ Crear centros de investigación y planificación.
- ✓ Intercambiar información con otros países acerca de las experiencias sufridas para poder proceder al estudio y aprendizaje de ellas.
- ✓ Fomentar la aplicación de normas internacionales en materia de emergencia y catástrofes.

2.3.2. Etapa 2: Análisis de la magnitud de los daños en la infraestructura colapsada y soluciones tecnológicas para restablecer los servicios de telecomunicaciones.

La suspensión temporal de las telecomunicaciones terrestres luego de una catástrofe natural es casi inevitable, especialmente en sus primeras 36 horas de ocurrido el mismo, por tal motivo se pone de manifiesto e indispensable garantizar la continuidad del servicio a través de otras alternativas o soluciones de telecomunicaciones.

Antes de analizar la magnitud de los daños de la infraestructura de las instalaciones de telecomunicaciones fijas o móviles, se debe identificar a través de los sistemas de gestión de cada una de las operadoras los nodos o segmentos de red que se encuentran afectados por diversas causas tales como: falta de energía, fallas de las unidades que conforman un equipo o sistema de comunicación, desperfectos en los rack donde se alojan los equipos de telecomunicaciones, cortes de enlaces de radio, cortes y/o atenuaciones de los enlaces de fibra óptica aérea y subterránea, etc. que hayan sido afectados por el desastre.

Una vez identificado el nodo afectado o el segmento de red que presenta problemas se deberá hacer uso de la disponibilidad del stock actualizado de equipos y unidades de repuestos de los sistemas de telecomunicaciones, a fin de ser configurados, embalados y enviados en el menor tiempo posible a la zona donde se registraron los daños.

Luego de identificar virtualmente los daños en los nodos o segmentos de red a través del sistema de gestión, los grupos de técnicos multidisciplinarios deberán verificar el estado real de los equipos e infraestructura de telecomunicaciones colapsada a fin de determinar la magnitud de los daños ocasionado por el terremoto.

Para realizar este análisis es importante contar con el número suficiente de técnicos e ingenieros debidamente capacitados para

evitar retrasos en el restablecimiento de los servicios de telecomunicaciones.

Terminado el análisis de daños, se deberán elegir las soluciones a implementar, en caso de que la afectación a la infraestructura sea considerable y no permita restablecer los servicios de telecomunicaciones lo antes posible, se deberán tomar medidas suplementarias para solucionar el problema de manera temporal, por ejemplo, si en una zona afectada, una de las torres de telecomunicaciones se ha caído o sufrió graves daños se podrá hacer uso de las estaciones móviles para continuar con el servicio de manera temporal hasta que se edifique o reparé la torre y se instalen las antenas correspondientes.

Además de los problemas a los equipos e infraestructura de telecomunicaciones, los operadores de telecomunicaciones enfrentan otros problemas que son:

- El acceso a la zona afectada.
- El restablecimiento de la energía eléctrica.
- El transporte de los equipos e infraestructura de telecomunicaciones.
- Disponibilidad de combustible para las plantas de energía AC, entre otros.

➤ **Alternativas y Soluciones Tecnológicas de Telecomunicaciones para emergencias posteriores a un desastre natural**

Un sistema de comunicación de emergencia es cualquier sistema que se organiza para el propósito principal de apoyar la comunicación bidireccional entre individuos y/o grupos de persona. Estos sistemas están normalmente diseñados para integrar comunicación de mensajes entre una gran variedad de tecnologías con la finalidad de formar un sistema unificado que pueda ser utilizado en casos de emergencia.

La irrupción de las nuevas tecnologías en sistemas de telecomunicaciones ha permitido una mejora sustancial en el envío y recepción de la información en situaciones de emergencia.

En esta investigación presentamos las principales soluciones tecnológicas en telecomunicaciones que se deberán adoptar para mitigar la falta de comunicación, cubrir eventos o emergencias posteriores a un desastre natural:

- Sistemas P2P
- Sistemas P25 y TETRA
- Sistema Mesh Networking
- Servicios de Radioaficionados
- Sistemas TEDRA
- Redes VSAT
- Unidades móviles COW
- Teléfonos satelitales
 - Iridium
 - Globalstar
 - Inmarsat
 - Thuraya

○ **Sistema P2P**

El sistema P2P llamado iCare que posibilita vía web el contacto directo entre las víctimas de los desastres y aquellos ciudadanos que quieran satisfacer sus necesidades de comunicación con sus familiares.

En la figura 2.4 se muestra el sistema P2P

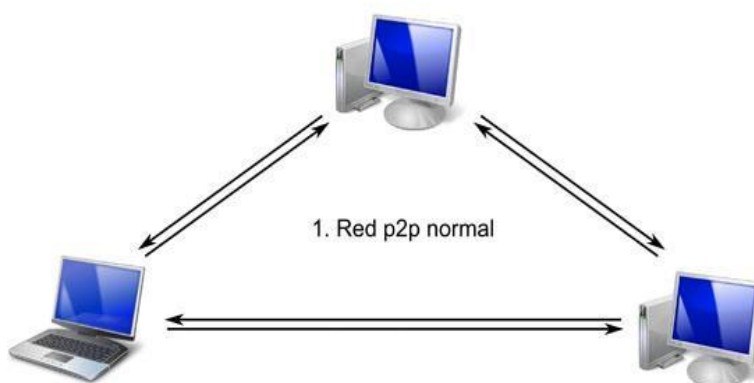


Figura 2.4: Sistema P2P [15]

Las redes punto a punto se aplican para un tipo de arquitectura de red específica, en la que cada canal de datos solamente se puede comunicar 2 nodos. Las redes p2p son relativamente fáciles de instalar y operar. A medida que la red va aumentando, las relaciones punto a punto se vuelven más difíciles de coordinar y operar. Su eficiencia decrece rápidamente a medida que la cantidad de dispositivos en la red aumenta.

Características

- ✓ Las estaciones reciben sólo los mensajes que les entregan los nodos de la red
- ✓ Estos previamente identifican a la estación receptora a partir de la dirección de destino del mensaje.
- ✓ Se utiliza en redes de largo alcance (WAN).

- ✓ La conexión entre los nodos se puede realizar con uno o varios sistemas de transmisión de diferente velocidad, trabajando en paralelo.
- ✓ Los retardos se deben al tránsito de los mensajes a través de los nodos intermedios.
- ✓ La conexión extremo a extremo se realiza a través de los nodos intermedios, por lo que depende de su fiabilidad.
- ✓ La seguridad es inherente a la propia estructura en malla de la red en la que cada nodo se conecta a dos o más nodos.
- ✓ Los costos del cableado dependen del número de enlaces entre las estaciones. Cada nodo tiene por lo menos dos interfaces.

Ventajas

- ✓ Fáciles de configurar.
- ✓ Menor complejidad
- ✓ Menor costo dado a que no se necesita dispositivos de red ni servidores dedicados.

Desventajas

- ✓ No son muy seguras.
- ✓ Todos los dispositivos pueden actuar como cliente y como servidor, lo que puede hacer lento su funcionamiento.
- ✓ No son escalables
- ✓ Reducen su rendimiento

- **Equipos de tecnología P25 y TETRA**

Los equipos de tecnología P25 y Tetra nos permite tener mejores comunicaciones dentro y entre agencias haciéndolos ideales para servicios de emergencia. Dicha intra- e inter-operabilidad es necesaria para coordinar respuestas eficientes y a tiempo luego de un desastre natural o emergencias.

- **P25**

P25 es un estándar para la fabricación de productos interoperables de comunicación inalámbrica digital de dos vías y es un estándar basado en usuarios.

En la figura 2.5 se muestra el equipo con tecnología P25 que son utilizados por rescatistas



Figura 2.5: Equipo con tecnología P25 [16]

Características:

- ✓ Trabaja en las bandas de frecuencias de VHF, UHF, 764-870MHz
- ✓ Posee encriptación AES y DES.
- ✓ No posee autenticación.
- ✓ Soporta Multicast y SimulCast.
- ✓ Especifica el uso de un ancho de banda de 12.5kHz en modo analógico, digital o mixto.

- ✓ Se han aprobado TDMA de dos ranuras y se está considerando FDMA de 6.25kHz para la fase 2.

Ventajas:

- ✓ Es un protocolo abierto.
- ✓ Se requiere un mínimo de capacitación para la operación.
- ✓ Los radios P25 se pueden comunicar en modo analógico con otros radios ya existentes y éstos a su vez se pueden comunicar con otros radios P25 en modo analógico o digital.
- ✓ P25 se puede utilizar en modo "conversación" sin equipo que intervenga entre dos radios, en modo convencional donde dos radios se comunican por medio de un repetidor o una estación base sin troncalización o en modo troncal.
- ✓ Las redes P25 tendrán suficiente capacidad para manejar llamadas incluso en áreas donde el espectro está sobrepoblado.

Desventajas:

- ✓ No todas las funciones están estandarizadas en el protocolo, lo que hace que haya implementaciones propietarias no compatibles entre los fabricantes para muchas funciones lo cual disminuye su crecimiento.

➤ **TETRA**

Un sistema TETRA (Terrestrial Trunked Radio) es un sistema de radio troncalizado, o sea, que usa una infraestructura para conectar a varios puntos y bases de radios, formando así redes más grandes, que en algunos casos cubren países enteros.

Es un sistema de radio digital. Específicamente, es un sistema TDMA, similar a lo utilizado por nuestros celulares. Eso permite más comunicaciones en un mismo espectro de frecuencias que un sistema analógico, cumpliendo con los requerimientos de muchos

países y aumentando la eficiencia en espectros bastante ocupados.

En la figura 2.6 se muestra el sistema de radio digital TETRA que son utilizados por rescatistas



Figura 2.6: Sistema de radio digital TETRA [17]

Características:

- ✓ Opera en canales de 25 kHz. Cada canal se divide en 4 intervalos de tiempo, cada uno capaz de llevar a un canal de audio. Así que cada canal de audio ocupa 6.25 kHz.
- ✓ Pueden trabajar en bandas en varias bandas de frecuencia dependiendo del producto, desde 299 MHz hasta 800 MHz independientemente de la regulación local o rango designado.
- ✓ Solo soporta MultiCast.
- ✓ TETRA ofrecen potencialmente mayor capacidad que los sistemas P25 ya que el sistema puede tener más usuarios por canal

Ventajas:

- ✓ El Protocolo de radio TETRA es abierto.

- ✓ Tiene compatibilidad garantizada ya que con esto los usuarios pueden seleccionar los productos que mejor se adapten a sus necesidades
- ✓ Variedad de proveedores y productos.
- ✓ Uso eficiente del espectro.

En la figura 2.7 se muestra una comparación entre los sistemas P25 y TETRA

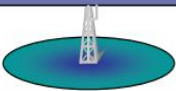









	APCO P25	TETRA
Area de Cobertura		
Capacidad	APCO  FDMA 25 kHz 4:1 en el futuro Mayor re-uso de canal	TETRA  TDMA 25 kHz Menor re-uso de canal
Compatibilidad con Radio Analógico		
Capacidad de Troncalizado y Convencional	 Troncalizado  Convencional	 Troncalizado  Troncalizado
Bandas de Frecuencias	VHF, UHF, 764 - 870 MHz Duplex Flexible Canales de 12.5kHz	350, 380-400, 410-430, 450-470, 806-870 MHz Duplex de 10MHz Canales de 25kHz

Figura 2.7: Comparación entre los sistemas P25 y TETRA [18]

○ Sistema Mesh Networking

El Sistema mesh networking, (red de interconexión.) Es una tecnología que le permite a los teléfonos móviles comunicarse directamente entre ellos incluso cuando no haya cobertura de red celular, o cuando están fallen o estén fuera de servicio.

El Serval para Android es un software gratuito que permite que cada uno de los smartphones **se convierta en un nodo de**

comunicación en sí mismo y que todos los teléfonos de esa red autónoma se comuniquen entre sí y sin problemas.

Funciona mediante el uso de su teléfono Wi-Fi y Bluetooth para comunicarse con otros teléfonos en su vecindad; o incluso mediante la formación de redes improvisadas que consisten solamente en los teléfonos móviles, en otras palabras como radio de dos vías.

Este software le permite realizar fácilmente llamadas telefónicas privadas, enviar mensajes de texto seguros y compartir archivos dentro de cuevas, túneles, etc. También puede seguir usando su número de teléfono existente en la malla, lo cual es muy importante en un desastre cuando las personas están tratando de obtener de nuevo en contacto entre sí.

Características:

- ✓ Es completamente abierto y de código abierto; gratuita para todos
- ✓ Puede ser realizado y activado en segundos por los que la necesitan, cuando se necesita
- ✓ Es portadora independiente
- ✓ Puede ser instalado durante una emergencia de un solo teléfono
- ✓ Se distribuye en la naturaleza haciendo que la red resistente
- ✓ Se puede utilizar su número de teléfono existente
- ✓ Cifra llamadas telefónicas y mensajes de texto de malla de malla por defecto
- ✓ Puede distribuir imágenes, vídeos y otros archivos

○ **Servicios de Radioaficionados**

La radio afición es un servicio de la UIT que tiene por objeto: "La auto-instrucción, la intercomunicación y las investigaciones técnicas efectuados por aficionados, esto es, por personas debidamente autorizadas que se interesan en la radiotécnica, con carácter exclusivamente personal y sin fines de lucro."

Los radioaficionados hoy en día utilizan diferentes tipos de equipos de radiocomunicaciones para intercomunicarse con otros radioaficionados.

Los radioaficionados apoyan a sus comunidades con comunicaciones de emergencia en caso de desastres o catástrofes.

En esta actividad existen dos intereses principales que ya se han convertido en tradición entre los radioaficionados.

La ayuda en situaciones de emergencia

Los radioaficionados instalan equipos repetidores en áreas estratégicas con el propósito de extender el alcance de las comunicaciones a sitios remotos usando pequeños radios portátiles de poca potencia.

Los radioaficionados aprenden a operar en ambientes de tensión y lugares inhóspitos durante emergencias y a "cazar" estaciones raras que operan desde lugares lejanos durante expediciones y concursos.

Hoy los radioaficionados usan las frecuencias altas (HF) para comunicar con estaciones alrededor del mundo. En ocasiones usan las frecuencias muy altas y ultra-altas (VHF y UHF) para establecer contactos con otras estaciones mediante rebotes en la luna o a través de satélites que ellos mismos construyen.

DX El interés de comunicaciones a larga distancia

"DX" es la abreviatura de "distancia" y se ha usado por los telegrafistas por más de un siglo. Un "DXista" es un radioaficionado que intenta contactos con estaciones localizadas a grandes distancias.

Los DXistas al igual que muchos otros radioaficionados usan el código Morse para comunicar. Lo hacen porque este modo usa poco espacio en el espectro y es capaz de llegar muy lejos con poca potencia en comparación con otros modos de transmisión

En años recientes los avances tecnológicos han permitido mejorar los equipos y se logran comunicaciones por voz o mediante la transmisión de datos a lugares tan lejanos y difíciles tal como se lograba con la telegrafía.

Requisitos para ser radioaficionado

- Presentarse a rendir un examen escrito en la ARCOTEL con un costo de \$50 dólares americanos
- Presentar cedula de identidad

La ARCOTEL si los tiene regularizado a los radioaficionados ya que ellos deben de pedir permiso cuando vayan a transmitir.

○ **Sistemas TEDRA**

El sistema TEDRA (Through Earth Digital Radio Appliance). Es un sistema de radiocomunicación subterráneo inalámbrico digital.

En la figura 2.8 se muestra el equipo utilizado en el sistema TEDRA



Figura 2.8: Equipo utilizado en el sistema TEDRA [19]

Estos sistemas de comunicación Tetra bidireccionales están basados en la tecnología digital, es decir permiten la utilización de diversas técnicas de modulación y frecuencias sobre la señal de audio.

El sistema de comunicación TEDRA se basa en la tecnología TTE (sistemas subterráneos) y está relacionada con las comunicaciones

subterráneas en general, y más particularmente, con la tecnología de propagación electromagnética a través de las rocas u otros materiales por medio de electrodos de inyección de corriente, con la ventaja de que no requiere la instalación de infraestructura subterránea ni tampoco en el exterior, es decir la comunicación es inalámbrica y se propaga a través de la tierra (subterránea), por ejemplo desde el interior de una cueva hasta la superficie exterior.

Esta técnica de comunicación bidireccional subterránea que puede alcanzar los dos kilómetros de distancia entre la superficie y un punto subterráneo o entre dos puntos sobre la superficie terrestre, es totalmente independiente de las características geológicas del terreno y son muy utilizadas para las operaciones de rescate en áreas de difícil acceso (túneles, minas, oquedades tras derrumbes, etc.)

Los sistemas de comunicación TEDRA son aplicables de tres modos de operación

- ✓ interior - interior
- ✓ exterior - interior
- ✓ exterior - exterior

En la figura 2.9 se muestra un equipo de trabajo transmitiendo en una cueva con el equipo del sistema TEDRA



Figura 2.9: Transmitiendo en una cueva con el equipo del sistema TEDRA [20]

Funcionamiento de los radios TEDRA:

- ✓ Cada dispositivo dispone de una pareja de electrodos insertados en el terreno
- ✓ Cuando el equipo está en modo emisión la señal amplificada se transmite inyectando corriente al terreno
- ✓ Las líneas de corriente eléctrica que fluyen entre los electrodos (A y B) encuentran su camino a travesando todo el medio circundante
- ✓ El dispositivo que se encuentra en modo recepción detecta entonces en sus electrodos (C y D) las pequeñas variaciones de tensión provocadas por la corriente inyectada por el otro equipo, sirviendo esto para reconstruir la señal y posibilitar la comunicación.

Características:

- ✓ Bajo peso: 2,5 kilos
- ✓ Alta movilidad
- ✓ Dimensiones: 21x17x9 cm
- ✓ Facilidad y rapidez de instalación
- ✓ Claridad y potencia sonora: debido al procesador digital de señal (DSP)

- **Redes VSAT**

Las Redes VSAT. (Very Small Aperture Terminals) son redes de comunicación por satélite que permiten el establecimiento de enlaces entre un gran número de estaciones remotas con antenas de pequeño tamaño (VSAT's) con una estación central normalmente llamada Hub. La comunicación se realiza a través del satélite, es decir, la información saliente del Hub a las VSAT's, es enviada al satélite y éste la refleja para que cada terminal VSAT la reciba. El satélite no es más que un simple repetidor.

En la figura 2.10 se muestra como trabajan las redes VSAT

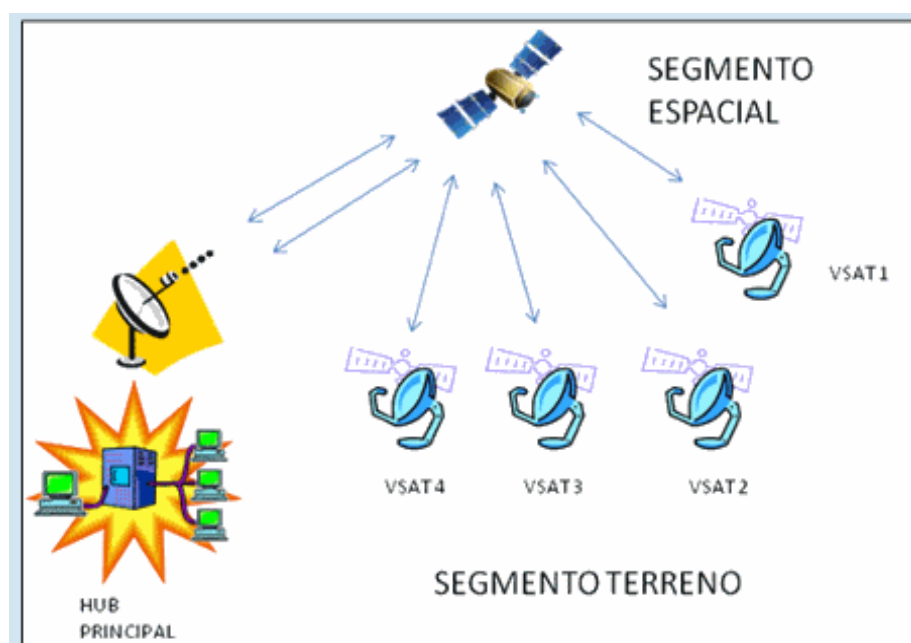


Figura 2.10: Redes VSAT [21]

Los **terminales VSAT** están equipados con antenas que no sobrepasan los 2,5 metros de diámetro, Estos terminales VSAT se podrían comunicar entre sí, siempre y cuando se encuentren cerca y tengan línea de vista, por consiguiente de no cumplirse esta condición deben recurrir al satélite para comunicarse entre sí. Por lo tanto la

comunicación de forma indirecta se lo realizará a través de satélites de órbita geoestacionaria

Los satélites geoestacionarios están localizados a una altitud de 35.786 km sobre el Ecuador. Un satélite puede cubrir hasta 1/3 de la superficie terrestre. La mayoría de estos satélites en servicio se limitan a hacer de repetidores, recibiendo señales en unas frecuencias y retransmitiéndolas a la Tierra en otras.

En la figura 2.11 se muestra una antena satelital con las que trabajan las redes VSAT

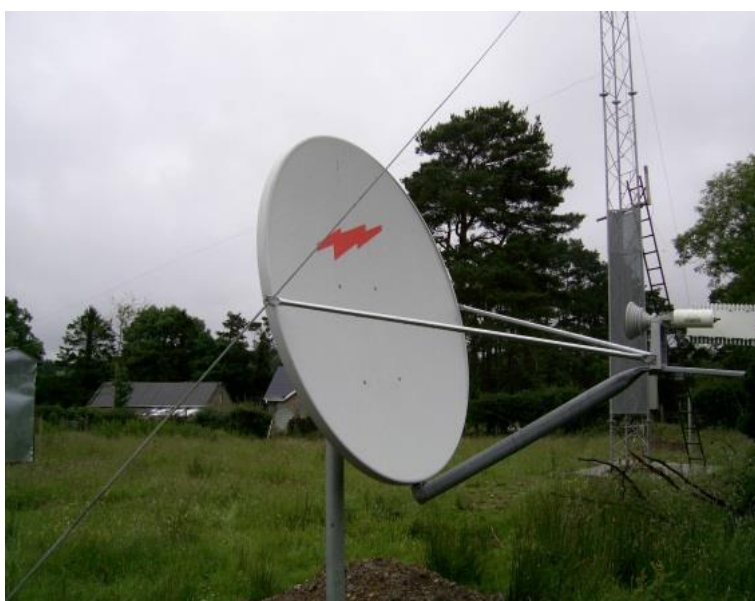


Figura 2.11 Antena satelital de las Redes VSAT [22]

Los terminales VSAT pueden funcionar en **bandas C o Ku** .

Banda C

Como ventajas que presenta esta banda está la disponibilidad mundial, ya que se puede utilizar en todo el globo terráqueo. Robustez frente a las lluvias, es decir, se atenúa la señal menos debido a este fenómeno y que la tecnología empleada para esta banda es más barata, siempre en comparación con la banda Ku. Como principales desventajas decir que las estaciones son más

grandes y esta es una banda que se ve más afectada por las interferencias que la banda Ku.

Banda Ku

Como contraposición a lo anteriormente dicho resaltar que las principales ventajas de esta banda son: estaciones más pequeñas y mejor aprovechamiento de la capacidad del satélite. Y como desventajas: es una tecnología más cara, se ve afectada por la lluvia y tiene una disponibilidad regional.

Ventajas de las redes VSAT

- ✓ Facilidad y rapidez para la puesta en operación
- ✓ Coste de los circuitos independiente de la distancia
- ✓ Adaptabilidad a las necesidades específicas de cada usuario (permitiendo enlaces asimétricos y distintos anchos de banda en función de cada estación).
- ✓ Acceso a lugares donde no está disponible la infraestructura de telecomunicaciones o a colapsado por catástrofes naturales.
- ✓ Alta calidad y disponibilidad de los enlaces

Desventajas de las redes VSAT

- ✓ Sensibles a las condiciones meteorológicas cuanto más alta es la frecuencia de la portadora

○ **Unidades móviles COW**

Las Unidades Móviles COW (Cell On Wheels), funcionan como antenas y ayudan a reestablecer la cobertura del servicio de telecomunicaciones en zonas donde la infraestructura haya sido colapsada o inhabilitada.

Estos sitios celulares móviles pueden procesar miles de llamadas por hora, permitiendo que más equipos de respuesta a las emergencias y otros usuarios móviles realicen llamadas simultáneamente. Las COW

son sitios celulares completamente funcionales, alimentados mediante generador y con antenas individuales que aumentan la cobertura y la capacidad.

En la figura 2.12 se muestra el remolque de la COW



Figura 2.12: COW [23]

Remolque para sistema telescópico de torre para sistemas celulares sobre ruedas

Las tecnologías móviles permiten a los integrantes de los equipos de respuesta a las emergencias comunicarse a mayores distancias que con muchos de los transmisores-receptores portátiles y ayudan a coordinar los esfuerzos de los bomberos y rescatistas en las áreas remotas o donde las comunicaciones colapsaron.

Las COW son remolques que están completamente equipados con los recursos que se necesitan durante las emergencias, incluyendo equipos, combustible, generadores de electricidad, alimentos, agua y catres.

- **Telefonía satelital**

Un teléfono satelital es un teléfono tipo móvil que se conecta directamente a un satélite de telecomunicaciones, con una funcionalidad similar a la de un teléfono móvil terrestre con servicios de voz, SMS y conexión a internet.

Estos equipos de telecomunicaciones son muy útiles en el restablecimiento de las comunicaciones en situaciones de desastres naturales, además son especialmente adecuados para autoridades, socorristas y rescatistas que necesitan comunicarse inmediatamente en caso de emergencia, ya que estos se mantienen operando en caso de un desastre natural, debido a que no dependen de la infraestructura terrestre.

Los teléfonos satelitales son bastante caros y se venden a través de las operadoras de redes de telefonía satelital (Inmarsat, SkyTerra, Thuraya, ACeS, etc.) y tal como los móviles, estas tienen planes de prepago o de plan, con valores del servicio muy similares a las llamadas en roaming.

Funcionamiento de un teléfono móvil satelital

- ✓ El funcionamiento de un teléfono satelital es muy parecida a la de un teléfono móvil, La diferencia es que los celulares rebotan las llamadas de una torre celular a una red existente de, mientras que estos equipos satélites ocupan una serie de satélites que están en el espacio para recibir la señal emitida desde tierra.
- ✓ Para hacer una llamada, solamente se debe marcar el número al que quiere llamar, luego el equipo buscará el satélite más cercano en órbita y le enviará la señal de la llamada.
- ✓ Luego, el satélite devolverá la señal a la Tierra al terminal receptor más cercano, conocido como "puerta" o gateway. Este receptor traspasará la llamada a los sistemas terrestres, o si eso no es posible, devolverá la señal al espacio para que el satélite busque otra puerta que sí pueda conectar la llamada. Dependiendo desde

dónde y hacia dónde se está llamando, la señal puede rebotar entre la Tierra y el espacio varias veces.

- ✓ Una vez que el satélite encuentra una puerta que puede conectar la llamada a la red del receptor, la señal es transformada para que pueda ser recibida por cualquier teléfono corriente. Tras la conversión y después de que se establezca la conexión, el receptor de la llamada recibirá el llamado.
- ✓ También se puede llamar directamente a otro teléfono satelital. En tal caso, la señal viaja al satélite y luego directo al equipo, sin pasar por ninguna red de tierra.

En la figura 2.13 se muestra cómo funcionan los teléfonos móviles satelitales

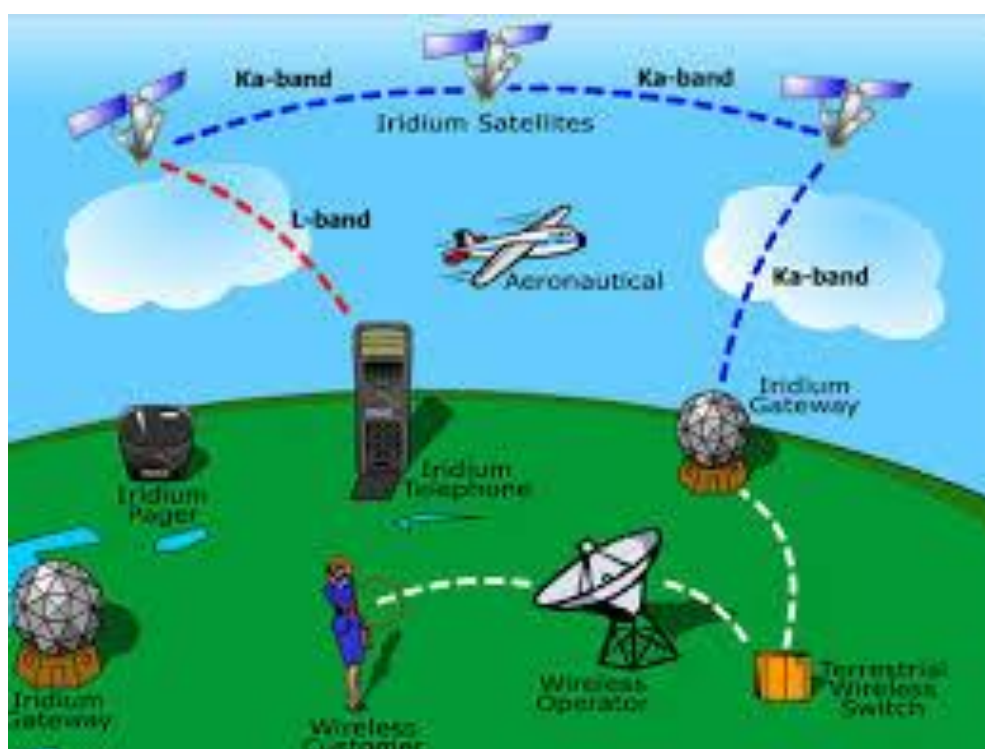


Figura 2.13: Funcionamiento de los teléfonos móviles satelitales [24]

A continuación haremos un análisis de las principales redes y equipos móviles de telefonía satelital móvil que están en operación y

disponibles para uso civil, tales como: Iridium, Globalstar, Inmarsat, Thuraya.

- **Iridium:**

El sistema Iridium es una red de comunicaciones vía satélite que proporciona servicio de voz y envío de datos en todo el mundo. Está compuesto de tres componentes: la red satélite, la red terrestre y los productos abonados Iridium, que incluyen teléfonos y módems de datos.

En la figura 2.14 se muestra la red satelital de Iridium

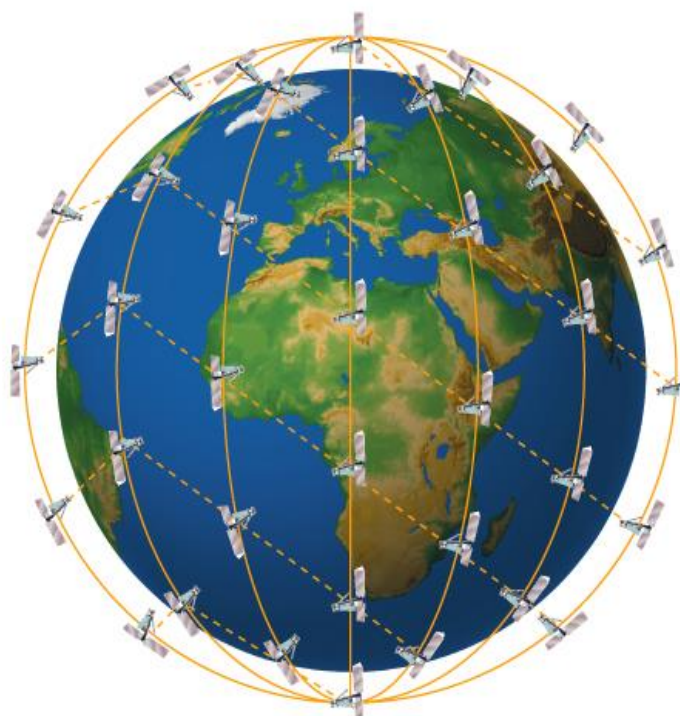


Figura 2.14: Red satelital de Iridium [25]

Los satélites Iridium están en una órbita cerca del polo a una altitud de 485 millas (780Km). Los 66 satélites activos vuelan en formación en seis planos orbitales, espaciadas uniformemente por el planeta, cada uno con 11 satélites igualmente espaciados unos de otros en ese plano orbital. Un solo satélite circunvala completamente la tierra una vez cada 100 minutos, viajando a una

velocidad de 16.832 millas por hora, Cuando un satélite se desplaza y queda fuera del alcance, la llamada sin interrupciones se traspaasa al próximo satélite que aparece.

Los teléfonos satelitales Iridium de hoy en día son, pequeños, portátiles, robustos y están equipados con una antena interna y son muy fácil de usar y sobre todo que cubre todo el planeta. Además tiene incorporado los servicios de un altavoz integrado, SMS y correo.

Cuando una persona está realizando una llamada desde un teléfono satelital Iridium, significa que se está conectando a cualquier satélite que está encima de él en ese momento, para luego ser retransmitida de un satélite a otro en todo el planeta hasta llegar al satélite que está encima del teléfono Satelital Iridium que hace de receptor.

En la figura 2.15 se muestra un teléfono móvil satelital Iridium



Figura 2.15: Teléfono móvil satelital Iridium [26]

Ventajas:

- ✓ Mientras haya línea de vista despejada al espacio, la comunicación es casi instantánea y sin necesidad de apuntar la antena con precisión.
- ✓ Los equipos de Iridium son muy robustos.

Desafíos:

- ✓ Costo de los equipos.
- ✓ La calidad de audio es inferior a la de un teléfono móvil

- **Globalstar:**

Globalstar es un sistema de comunicación satelital, utilizado principalmente en telefonía inalámbrica, basado en la interconexión de puntos distantes en la superficie terrestre. La tecnología de codificación utilizada es la conocida como CDMA (Code Division Multiple Access), con la que se accede a una mayor eficiencia del sistema.

Dentro del sistema Globalstar se encuentran distintos niveles de transición de cada señal enviada (Figura 2.16):

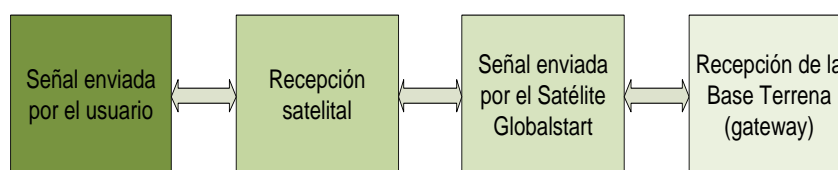


Figura 2.16: Niveles de transición de cada señal enviada [27]

La señal proveniente del teléfono celular viaja a través del aire en una dirección aleatoria en el espacio. El satélite de órbita baja (LEO) espera su tiempo de recepción de dicha señal, manteniéndose dentro de su órbita alrededor de la tierra. Una vez que el satélite ha recibido la señal, ésta es procesada, encriptado

y codificada para su posterior envío hacia la base terrena (Gateway), más cercana al punto de destino final.

La constelación Globalstar, está compuesta por 52 *satélites móviles*, de los cuales 48 son satélites principales y se encuentran a 1.414 Km de la tierra (LEO: Low Earth Orbiting), en órbita circular y distribuidos a en 8 planos inclinados a 52° con respecto al Ecuador. Los 4 satélites restantes se colocan en órbitas intermedias, en reserva de los satélites principales.

La recepción de las señales de RF enviadas desde los satélites a la tierra son recibidas por las gateways, o puertas de enlace que consisten en tres o cuatro grandes antenas; una base de administración de switches y un control de operación remoto.

Las gateways poseen un servicio de integración con la telefonía regional y local, tanto en redes alámbricas como inalámbricas. Las redes utilizan los estándares T1/E1 con las interfaces PSTN/PLMN, además de redes celulares GSM/MAP

En la figura 2.17 se muestra un teléfono móvil satelital Globalstar



Figura 2.17: Teléfono móvil satelital Globalstar [28]

Costo del servicio

Los costos del servicio incluyen básicamente el de contratar el plan, incluyendo los equipos, y el del minuto cursado en llamadas. El costo del equipo se encuentra alrededor de los US\$1.500, mientras que a continuación se muestran los costos del servicio en Estados Unidos:

Plan	Costo en US\$	Minutos gratis	Valor minuto extra
Beyond Zero	24.95	0	1.69
Beyond 50	89.95	50	1.49
Beyond 100	149.95	100	1.39

Tabla 5: Costo del servicio de Globalstar en Estados Unidos
[29]

Ventajas:

- ✓ Servicio de datos de 9.6 Kbps con el mismo terminal móvil.
- ✓ Mejor calidad de voz que Iridium
- ✓ Los terminales son de tamaño similar a los terminales celulares de primera generación y el servicio no tiene retraso de la voz
- ✓ Tienen una cobertura permanente de cada centímetro cuadrado del planeta entre los 70° y -70° de latitud
- ✓ Cada terminal, tiene un acceso simultaneo a 4 satélites esto permite evitar los cortes de comunicación cuando un obstáculo surge entre el usuario y un satélite en particular.

Desventajas:

- ✓ Depende de infraestructura terrestre cercana.
- ✓ Los teléfonos no necesariamente se pueden usar en cualquier parte.

- **Inmarsat GSPS / IsatPhone**

Inmarsat es un sistema de comunicación satelital que cuenta con una constelación de 12 satélites Geoestacionarios con lo cual tiene una cobertura de casi todo el planeta, exceptuando los polos Norte y Sur.

Los satélites de la nueva generación de Inmarsat F1, F2 y F3 también conocidos como los satélites I4 (cuarta generación de satélites de Inmarsat), están dentro de la lista de satélites comerciales de telecomunicación más grandes lanzados. Con solo estos tres satélites, los servicios Inmarsat basados en los satélites I4 tienen una cobertura de más del 90 % de la superficie terrestre.

Los servicios de Inmarsat incluyen tradicionalmente llamadas de voz, telemetría y transmisión de banda ancha.

El teléfono satelital Inmarsat del tipo «handheld» más conocido es el IsatPhone Pro, y tiene las siguientes ventajas.

En la figura 2.18 se muestra un teléfono móvil satelital Inmarsat/ IsatPhone



Figura 2.18: Teléfono móvil satelital Inmarsat/ IsatPhone [30]

Ventajas:

- ✓ Equipos de menor costo que Iridium
- ✓ Una vez establecida la comunicación es muy difícil que se interrumpa.
- ✓ Tienen GPS incorporado
- ✓ Tiene una batería de Ion-Litio de hasta 100 horas en espera
- ✓ Servicios bluetooth
- ✓ Ser la terminal más robusta contando un grado de protección IP 54

Desafíos:

- ✓ Se debe tener vista hacia la zona del cielo donde están los satélites de Inmarsat

- **Thuraya:**

Red de telefonía satelital regional basada en 2 satélites geosincrónicos

En la figura 2.19 se muestra un teléfono móvil satelital Thuraya



Figura 2.19: Teléfono móvil satelital Thuraya [31]

Ventajas:

- ✓ Se puede hacer roaming con el mismo número sobre redes móviles terrestres y se pueden usar SIMs para celulares con sus terminales satelitales.
- ✓ Los equipos soportan la instalación de aplicaciones Java.
- ✓ Existen terminales multimodo (satelital+GSM).

Desventajas:

- ✓ El servicio no tiene cobertura en América del Norte, Centro o Sur, en los polos ni en los grandes océanos.
- ✓ Se debe tener vista hacia la zona del cielo donde están los satélites

Tanto para Isatphone Pro como para Iridium, existen paquetes de fácil activación con prepago, que uno puede tener a mano para comunicarse ante cualquier situación que lo requiera, sin necesidad de contratos o pagos mensuales.

Incluso usando SMS, es posible recibir alertas vía Twitter de parte de las autoridades y comunicarse con familiares y amigos en caso de emergencia

En América Latina, Globalsat Group cuenta con paquetes especialmente diseñados para este propósito.

2.3.3. Etapa 3: Ejecución

Los planes para ofrecer la continuidad del servicio de telecomunicaciones en la zona afectada luego de ocurrida una catástrofe natural, deberían ser abordados por parte de las operadoras de servicios de telecomunicaciones.

Es importante recordar que el Gobierno tiene la responsabilidad general de la respuesta en casos de desastre. Por lo tanto, es primordial definir el papel de las prestadoras de servicio las

telecomunicaciones, la manera en que participarán y cómo se hará la coordinación dentro del sector, particularmente con la comunidad local y otros actores internacionales que prestan apoyo.

Todos los aspectos de la gestión para mitigar el efecto de los desastres naturales deben apoyarse mutuamente y ninguno puede realizarse con éxito de manera aislada. A continuación se detallan las actividades de la etapa de Ejecución que son pertinentes para los planes de respuesta a desastres y emergencias.

En la figura 2.20 se muestra las actividades de la ejecución de las operadoras de telecomunicaciones.

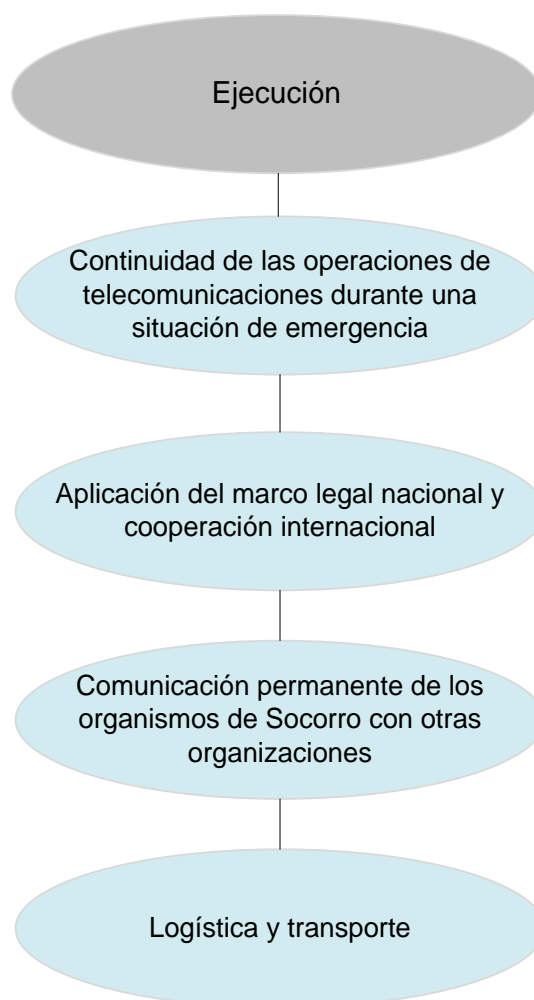


Figura 2.20: Actividades de la Ejecución

a) Continuidad de las operaciones de telecomunicaciones durante una situación de emergencia

La capacidad de mitigar o garantizar la continuidad del servicio de telecomunicaciones en la zona afectada puede verse directamente afectada por un desastre (por ejemplo, daños en las centrales telefónicas u otras instalaciones, lesiones o muerte de técnicos con amplia experiencia, etc.).

Por consiguiente para tener la continuidad de las operaciones se debe considerar lo siguiente:

- ✓ Redesplicue de técnicos e ingenieros de otras provincias.
- ✓ Hacer uso de la tecnología de la información de última generación, es decir el uso de equipos de telecomunicaciones poco comunes o alternativos.
- ✓ Colaboración mutua entre las operadoras.

b) Aplicación del marco legal nacional y cooperación internacional

El gobierno con la finalidad de garantizar los servicios de telecomunicaciones en las zonas afectadas deberá hacer uso de todos los medios disponibles nacionales e internacionales por lo cual deberá tener en consideración la Ley Orgánica de Telecomunicaciones, los tratados y convenios internacionales firmados.

Las primeras acciones a tomar son:

- Exigir a las operadoras nacionales el cumplimiento de los planes de contingencia

El gobierno deberá exigir a las operadoras de telecomunicaciones el cumplimiento de los planes de contingencia por medio de la ARCOTEL, puesto que son las operadoras que deben garantizar la

continuidad de los servicios de telecomunicaciones en tiempos de emergencia.

El gobierno junto con la ARCOTEL deberá brindar todas las facilidades jurídicas a las operadoras de telecomunicaciones con la finalidad de eliminar todas las barreras legales que retrasen el restablecimiento de los servicios de telecomunicaciones.

▪ Solicitar ayuda internacional

De igual forma en virtud de los tratados y convenios internacionales de los cuales Ecuador es parte, se deberá solicitar la inmediata cooperación internacional. Se podrá solicitar ayuda a entes internacionales como la UIT, CITEL y a los países andinos miembros la CAN.

Antes de solicitar la ayuda internacional se debe realizar un análisis preliminar para determinar cuáles son los problemas y necesidades en la zona afectada con el propósito de identificar el tipo de ayuda que se necesita, la cual puede ser:

- Equipos de telecomunicaciones.
- Personal multidisciplinario de soporte.

En caso de los países fronterizos, que se les otorguen facilidades esenciales del cruce de frontera a los técnicos, equipo y vehículos de telecomunicaciones debidamente identificados, para las ayudas de rescate o para el restablecimiento de las telecomunicaciones.

c) Comunicación permanente de los organismos de Socorro con otras organizaciones

El plan deberá abarcar la forma de mantener siempre comunicado a los organismos de socorro nacional e internacional con otras organizaciones gubernamentales, encargadas de llevar y organizar la atención oportuna inmediatamente luego de ocurrido el desastre.

Las organizaciones de socorro deberán exigir a las operadoras de telecomunicaciones que consideren en su plan la instalación de puntos de información y comunicación gratuita, ya que estas son las encargadas de restablecer el contacto entre amigos y familiares desaparecidos.

d) Logística y transporte

Las situaciones de emergencia a menudo requieren del traslado de muchos grupos de técnicos multidisciplinarios y del transporte de repuestos y equipos de telecomunicaciones hasta el lugar del desastre. Por consiguiente, las cuestiones relacionadas con la logística y el transporte son esenciales para lograr una respuesta satisfactoria.

Es necesario considerar los siguientes aspectos:

- ✓ Estado de las vías de acceso y alternativas para ingresar a las zonas del desastre.
- ✓ Disponibilidad de los depósitos de combustible y estaciones de servicio.
- ✓ Condiciones meteorológicas en la labor logística.
- ✓ Seguridad

▪ Estado de las vías de acceso y alternativas para ingresar a las zonas del desastre.

Con los movimientos telúricos de gran magnitud no solo traen consigo la destrucción de casas y edificios, sino también la destrucción total o parcial de las vías principales a las zonas afectadas y por ende a los caminos de acceso a los nodos y estaciones repetidoras, por consiguiente es necesario conocer de las vías alternas que facilitaran el transporte terrestre.

El traslado aéreo (helicópteros) es otra de las alternativas viables para realizar el transporte de equipos y personal multidisciplinario,

para esto las operadoras de telecomunicaciones deberán hacer contacto, ya sea con el ejército nacional o con la entidad encargada del transporte aéreo humanitario y de rescate destinada a la zona afectada, para coordinar el traslado de los mismos.

- Disponibilidad de los depósitos de combustible y estaciones de servicio.

El combustible es uno de los problemas de mayor sensibilidad porque no solo depende del abastecimiento sino también de la demanda que se genere en las áreas afectadas porque si las vías son obstruidas el combustible no llegará a las estaciones, en caso de que el servicio eléctrico quede suspendido este aumentara la demanda del combustible puesto que se necesitará alimentar a los generadores para poder mantener operativo a los equipos de telecomunicaciones y de otras áreas.

Además debemos recordar que es prohibido transportar combustible en canecas o cualquier otro contenedor si no se cuenta con la respectiva autorización y dados los acontecimientos es extremadamente difícil de obtenerlo puesto que las autoridades están concentradas en el suceso, y esto genera que las empresas no puedan autogestionar la distribución del mismo para sus equipos.

En razón de lo antes indicado, una alternativa a la que se puede recurrir para disminuir el consumo de este insumo, es la implementación de paneles solares como energía alternativa, para lo cual las operadoras deberán contar con un stock de estos, para que puedan ser usados al momento de la emergencia.

Una ventaja de los paneles solares es que el tiempo que se requiere para implementarlos y estar operables es de alrededor de unas 36 horas, tiempo del cual disponemos puesto que las plantas generadoras nos garantizan entre 2 y 3 días (48 y 72 horas) aproximadamente de funcionalidad.

- Condiciones meteorológicas en la labor logística

Las condiciones meteorológicas son otro factor que debemos considerar para evitar retrasos en la entrega de los equipos y pérdidas de los mismos.

Debemos evitar transportar equipos bajo condiciones de precipitación puesto que no conocemos el estado exacto de las carreteras y esto podría ocasionar accidentes en donde no solo se perderían equipos sino también vidas humanas haciendo que el problema aumente en lugar de disminuir.

- Seguridad

Los desastres naturales producen una gran cantidad de problemas, uno de ellos es la seguridad que se ve afectada por el nerviosismo de las autoridades centrales quienes no solo deben preocuparse por el bienestar de sus familiares sino también tienen la dura tarea de reorganizar a la policía nacional, ejército, equipos de rescate y otros organismos, dichas acciones demandan un tiempo prudencial para su realización.

Este tiempo de incertidumbre es usado por los antisociales para realizar todo tipo de delitos entre los cuales podemos citar: el robo de combustible, equipos y kits de emergencias entre ellos los de telecomunicaciones, etc.

Para evitar ser víctimas de los delincuentes se debe trabajar en conjunto con las autoridades nacionales, ya sea con la policía o con el ejército, para que nos brinden seguridad necesaria con la finalidad de garantizar el bienestar no solo de equipos de telecomunicaciones y combustible sino también el del personal multidisciplinario que se envíe a la zona afectada por el desastre.

CAPÍTULO 3

3. RECOMENDACIONES Y SELECCIÓN DE LAS MEJORES OPCIONES TECNOLÓGICAS EN TELECOMUNICACIONES PARA EMERGENCIAS Y DESASTRES NATURALES EN EL ECUADOR

Nuestro País con infraestructuras en vías de desarrollo, presenta antecedentes de una alta sismicidad histórica acompañadas con efectos geológicos que impactaron sobre el medio físico y natural. Desde 1541 hasta el 2016, algunas provincias de Ecuador han soportado más de un centenar de terremotos de diferentes magnitudes y algunos casos con consecuencias devastadoras en todos los ámbitos.

En la figura 3.1 se muestra el mapa del Ecuador con las zonas más propensas a que se produzcan movimientos telúricos o terremoto.

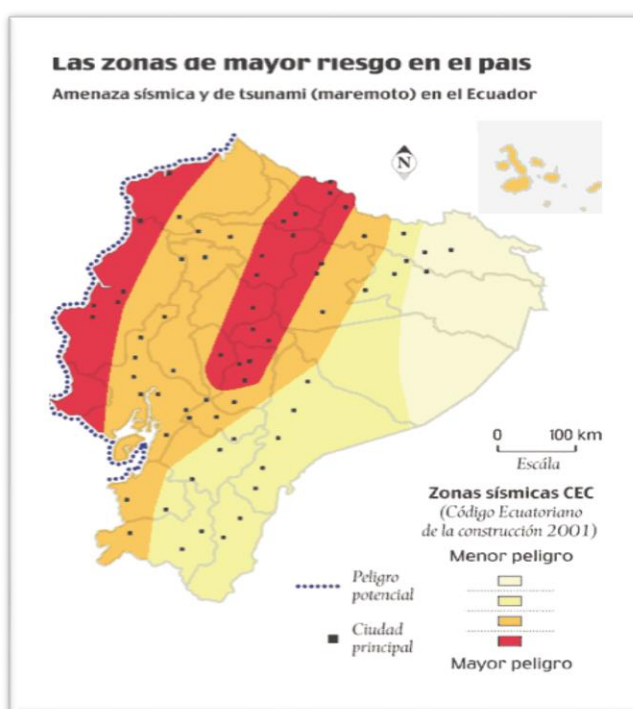


Figura 3.1: Mapa de peligrosidad sísmica en el Ecuador [32]

En el capítulo anterior, se presentaron diversas alternativas de soluciones tecnológicas de telecomunicaciones para situaciones de emergencias o posteriores a un terremoto y sus consecuencias como el colapso de la infraestructura de telecomunicaciones, el taponamiento por derrumbe de un túnel vial, o el derrumbe interno de un túnel de minas o yacimientos, etc.

De igual forma se analizaron las principales características, ventajas y desventajas de cada una de estas soluciones tecnológicas en telecomunicaciones de tal manera que puedan facilitar la selección más adecuada para cada situación que se presente posterior a una catástrofe natural.

Estas innovaciones tecnológicas en sistemas de telecomunicaciones han permitido una mejora sustancial en el envío y recepción de la información en situaciones de emergencia.

Por tal motivo, en base al historial sísmico, al mapa de peligrosidad sísmica en el Ecuador y al análisis de la magnitud de daños en la infraestructura de las telecomunicaciones posteriores a un movimiento telúrico localizado en una determinada localidad o ciudad, presentamos a continuación las recomendaciones y selección de las soluciones tecnológicas de telecomunicaciones más óptimas para las siguientes situaciones:

- ✓ Recomendaciones para los usuarios de teléfonos móviles o fijos posterior a un terremoto que provocó daños mínimos a la infraestructura de telecomunicaciones
- ✓ Soluciones tecnológicas posterior a un terremoto que provocó pérdida de cobertura por daños parciales a la infraestructura de telecomunicaciones
- ✓ Soluciones tecnológicas posterior a un terremoto que provocó el colapso casi total a la infraestructura de telecomunicaciones, derrumbes y taponamiento en túneles viales y mineros.

3.1. Recomendaciones para los usuarios de teléfonos móviles o fijos posterior a un terremoto que provoco daños mínimos a la infraestructura de telecomunicaciones

Cuando ocurre un temblor de magnitud considerable, las casas y edificios se mueven, y a veces caen algunos objetos, entonces las personas califican al evento como un susto.

Cuando esta situación pasa, las personas se preguntan: ¿Dónde habrá sido el epicentro? ¿Cómo estarán mis familiares? Y entonces, toman el teléfono y comienzan a llamar y llamar al igual que otras decenas de miles de personas en una ciudad. Y es ahí cuando el celular muestra un mensaje que nunca se había visto, la señal va y viene. Y en otras ocasiones la barra dice que hay señal pero no recibes llamadas.

Aunque la infraestructura de telecomunicaciones no se encuentre afectada posterior a un terremoto, nos encontraremos con la novedad de que los servicios de telecomunicaciones se saturan debido a que la infraestructura está dimensionada para atender una demanda del servicio en condiciones normales, más no cuando se produce una demanda inusual, como la que ocurre inmediatamente después de una catástrofe natural.

Para paliar esta demanda las operadoras de telefonía móvil que operan en el País, deberán fomentar a través de sus redes sociales las recomendaciones y programas de la industria de las telecomunicaciones, para respuesta posterior a un movimiento telúrico, tales como:

- ✓ Hacer uso de mensajes de texto SMS para comunicarse durante una situación de emergencia, ya que estos se forman y el sistema los envía conforme van llegando.
- ✓ Generar mensajes centralizados bajo la responsabilidad de ARCOTEL u otra institución claramente definida por el Estado.
- ✓ Realizar pruebas y simulacros durante el año para que sus redes y personal estén listos para responder con rapidez.

3.2. Soluciones tecnológicas posterior a un terremoto que provocó pérdida de cobertura por daños parciales a la infraestructura de telecomunicaciones

Los sistemas de telecomunicaciones están normalmente conformados por redes de servicio fijo y redes de servicio móvil.

Cuando nos referimos a daños parciales en la infraestructura de telecomunicaciones posterior a un terremoto, estamos hablando de que una o los dos sistemas de telecomunicaciones fijos o móviles han sufrido algún tipo de daño en sus instalaciones aéreas o subterráneas de una determinada calle, barrio o ciudadela de una ciudad.

Al igual que en el caso anterior, luego de ocurrido un terremoto se provoca un nivel muy elevado de tráfico telefónico que hace a las redes de telecomunicaciones fijas y móviles colapsen o se experimente un bloqueo del servicio debido a la congestión en el tráfico.

Para mitigar la pérdida del servicio de telecomunicaciones posterior a un terremoto de una o de ambas tecnologías en una determinada zona, presentamos a continuación las recomendaciones y las alternativas de solución para garantizar la continuidad del servicio en el sector afectado por el terremoto:

- ✓ Daños en las instalaciones de servicio de telefonía fija
- ✓ Daños en las instalaciones de servicio de telefonía móvil

3.2.1. Daños en las instalaciones de servicio de telefonía fija

En caso de que un terremoto ocasione daños a la infraestructura de telefonía fija en una determinada calle, ciudadela y por ende ocasione la pérdida del servicio de telecomunicaciones fijo, este deberá ser compensado por el servicio de telefonía móvil que esté operando en ese sector.

Los daños más comunes que puede sufrir la telefonía fija son:

- Destrucción de la cometa de cables en los armarios de telefonía
- Caídas de postes en ciertos sectores de una ciudad

- Daños en los cables primarios y secundarios
- Daños en la red de fibra óptica

Para mitigar la pérdida del servicio de telecomunicaciones se deberá tomar en cuenta las recomendaciones indicadas anteriormente sobre el uso de redes sociales y los programas de la industria de las telecomunicaciones, para respuesta posterior a un movimiento telúrico.

3.2.2. Daños en las instalaciones de servicio de telefonía móvil

En caso de que un terremoto ocasione daños a la infraestructura de telefonía móvil en un determinado sector o ciudadela y por ende ocasione saturación y pérdida del servicio de telecomunicaciones móviles de un determinado operador, este deberá ser compensado por los otros operadores de servicio de telefonía móvil que brinden cobertura en ese sector, aplicando el modelo de roaming nacional.

Los daños más comunes que puede registrar en la telefonía móvil son:

- Daños en la infraestructura de torres y antenas.
- Daños en los nodos B
- Daños en la red de fibra óptica
- Pérdida de alineación de enlaces de radio

Cuando la infraestructura de telecomunicaciones fija y una o dos de las tres operadoras móviles han sido afectadas por un terremoto en un determinado pueblo o sector de una ciudad, el servicio de telecomunicaciones móviles de las operadoras que siguen operativas experimentaran un bloqueo del servicio debido a la congestión en el tráfico.

De igual manera que en los casos anteriores presentamos a continuación el análisis y selección dos de las soluciones tecnológicas para estos casos:

- Unidad móvil COW
- Redes VSAT

Unidad Móvil COW

La unidad móvil COW es una tecnología de soporte que sirve para aumentar la capacidad y cobertura de los servicios de telecomunicaciones, la cual podemos usarla como sustituto de una torre de telecomunicaciones que se haya colapsado debido al terremoto con la finalidad del restablecer el servicio de manera parcial mientras se realizan las reparaciones correspondientes.

Redes VSAT

Los sistemas VSAT son ideales para implementarlos en zonas rurales o en lugares donde no está disponible la infraestructura de telecomunicaciones o ha colapsado por catástrofes naturales, por su facilidad y rapidez para la puesta en operación, por la adaptabilidad a las necesidades específicas de los usuarios Acceso y por la alta calidad y disponibilidad de los enlaces.

3.3. Soluciones tecnológicas posterior a un terremoto que provocó daños graves a la infraestructura de telecomunicaciones, así como derrumbes y taponamiento en túneles viales y mineros

3.3.1. Solución tecnológica para personal que se encuentra sobre la superficie terrestre posterior a un terremoto.

Luego de ocurrido el terremoto de gran magnitud como el del 16 de abril del 2016 en las Provincias de Manabí y Esmeraldas, los servicios de telecomunicaciones sobre la superficie terrestre de una zona afectada se vieron seriamente afectados, debido a los daños de la infraestructura física de sus instalaciones incluyendo centrales de conmutación, cables de última milla, torres de telecomunicaciones, fibra óptica, energía para las comunicaciones, etc. o porque el servicio se saturó y no se podían ni hacer ni recibir llamadas debido a que la infraestructura estaba dimensionada para dar servicio en

condicionales normales; mas no cuando se produce una demanda inusual, como la que ocurre inmediatamente después de una catástrofe natural.

El terremoto del 16 de abril del 2016, nos mostró que los daños a la infraestructura telefónica pueden demorarse semanas en repararse parcialmente, y tardarse meses en restablecer el servicio al 100%.

Por lo antes indicado, y debido a la necesidad de mantenerse comunicado con el resto del mundo desde la superficie terrestre de una zona donde la infraestructura física de las instalaciones de telecomunicaciones ha sido afectada gravemente por un terremoto, la alternativa de más bajo costo y fácil de usar es a través de los teléfonos Satelitales.

- **Teléfonos Satelitales**

Gracias a los avances en miniaturización y procesamiento digital de señales, la comunicación satelital móvil puede ser mucho más práctica. Con algunas variaciones en facilidad de uso, portabilidad y costos. Los teléfonos satelitales son casi tan fáciles de usar como un celular tradicional y el precio del servicio puede ser similar al de una llamada en roaming.

Los móviles satelitales, al no depender de infraestructura terrestre local, se mantienen operando en caso de desastre natural, esto los hace especialmente adecuados para autoridades y empresas que necesitan poder comunicarse inmediatamente en caso de emergencia.

CEO de Globalsat Group, comenta que "es importante anticiparse y estar preparados para una emergencia, porque aunque tengamos presencia y stock disponible en varios países, generalmente la demanda supera la oferta cuando suceden situaciones como desastres naturales" [33]

Estar preparados no consiste solamente en tener los teléfonos satelitales; la recomendación es preocuparse además de:

- ✓ Comprobar que el saldo esté vigente - los kits de prepago tienen ciertas duraciones de vigencia de sus saldos
- ✓ Las baterías pueden mantener carga durante un buen tiempo, pero no en forma infinita. Es bueno cada tres meses verificar el estado de la batería y completar su carga hasta un 75% de su capacidad. Sólo se recomienda llegar al 100% si se hará un uso inmediato
- ✓ Mantener una lista de números vigentes, tanto de red fija y móvil así como de otros teléfonos satelitales, con los cuales vamos a querer comunicarnos en caso de emergencia.

Dentro de la gama de sistemas de telefonía satelital explicada en el capítulo anterior hemos seleccionado principalmente por su cobertura a la tecnología de Sistemas Iridium, además porque sus terminales o teléfonos satelitales Iridium de hoy en día son, pequeños, portátiles, robustos y están equipados con una antena interna y son muy fácil de usar y sobre todo que cubre 100% nuestro territorio y porque no decir a todo el planeta. Además tiene incorporado los servicios de un altavoz integrado, SMS y correo.

El sistema de comunicación Iridium, dispone de paquetes prepago de fácil activación, los cuales servirán para comunicarse ante cualquier situación que lo requiera, sin necesidad de contratos o pagos mensuales.

Las ventajas más importantes de la red de satélites iridium es que permiten tener comunicación desde cualquier superficie exterior y desde cualquier parte del mundo de dos maneras:

- ✓ Teléfono Iridium – Red satelital Iridium - teléfono iridium
- ✓ Teléfono iridium – red satelital iridium – estación terrena – operadores telefónicos - teléfono convencional fijo o móvil

Es necesario destacar que la opción de comunicarse desde un teléfono Satelital Iridium a otro teléfono satelital iridium, sin pasar por ninguna estación terrena solamente la brinda la red de tecnología iridium. En tal caso, la señal viaja de satélite en satélite para luego ser bajada directamente al teléfono satelital iridium,

En la Figura 3.2 se muestra un esquema del funcionamiento de una red de satélites Iridium

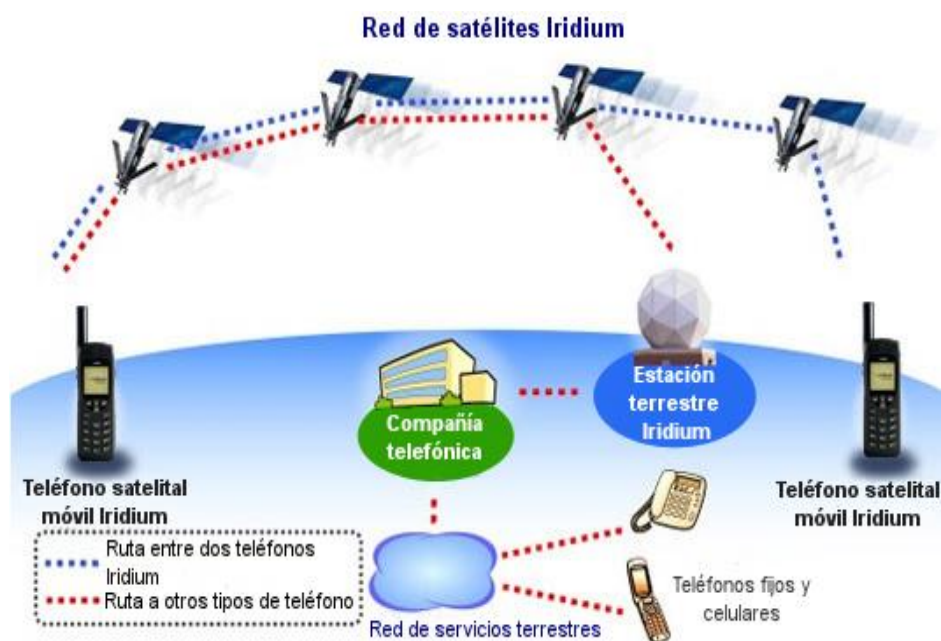


Figura 3.2: Red de satélites Iridium [34]

En las siguientes tablas nosotros hicimos un presupuesto de cuanto más o menos le costaría a las operadoras de telecomunicaciones y el Gobierno dotar de teléfonos satelitales a las principales autoridades del país.

En la tabla # 6 se mostrara el número de teléfonos satelitales que se deberá entregar a cada provincia en base del número de cantones y población

	Provincia	Región	Número de equipos
1	Guayas	Costa	82
2	Los Ríos	Costa	22
3	Manabí	Costa	38
4	Esmeralda	Costa	13
5	El Oro	Costa	21
6	Santa Elena	Costa	7
7	Azuay	Sierra	24
8	Bolívar	Sierra	8
9	Cañar	Sierra	9
10	Carchi	Sierra	7
11	Chimborazo	Sierra	14
12	Cotopaxi	Sierra	12
13	Imbabura	Sierra	11
14	Loja	Sierra	19
15	Pichincha	Sierra	52
16	Santo Domingo	Sierra	6
17	Tungurahua	Sierra	17
18	Morona Santiago	Oriente	12
19	Napo	Oriente	6
20	Orellana	Oriente	5
21	Pastaza	Oriente	5
22	Sucumbíos	Oriente	8
23	Zamora Chinchipe	Oriente	9
24	Galápagos	Insular	3
		Total	410

Tabla 6: Distribución de teléfonos satelitales según el número de habitantes de cada provincia

En la tabla #7 se muestra el número de teléfonos satelitales que se entregara a las entidades políticas y organismos de socorro

Entidades	Número de equipos
Prefectos	24
Gobernadores	24
Presidentes y ministros	50
COE y equipos de socorro	40

Tabla 7: Distribución de teléfonos satelitales a entidades políticas y organismos de socorro

En la tabla #8 se mostrara la inversión que se debe realizar

Total de equipos	548
Costo total de los equipos	\$ 657.600,00
Plan de 25 min	\$ 24,95
Costo total de los planes	\$ 13.672,60
Inversión total	\$ 671.272,60

Tabla 8: Inversión total de los teléfonos satelitales

Se distribuirá como mínimo un teléfono satelital por cantón, el número de estos será en proporcional a la población del cantón, la cual cada 50.000 habitantes se entregara un teléfono satelital.

○ **Servicios de Radioaficionados**

Con el colapso de la infraestructura de las instalaciones de telecomunicaciones fija y móvil posterior al terremoto del 16 de abril del 2016 en las provincias de Manabí y Esmeraldas y la consecuente falta de continuidad de los servicios de telecomunicaciones y tal como se mencionó en el capítulo 1, el servicio prestado por los radioaficionados fue preponderante para mitigar la falta del servicio antes indicado.

A fin de mantener comunicados a los pobladores de una zona afectada por algún desastre natural con sus parientes o amigos que están dentro y fuera de la misma, los radioaficionados instalan equipos repetidores en áreas estratégicas para brindar un servicio de comunicación que mitiga la falta de los servicios de telecomunicaciones en la zona.

Por este motivo los radioaficionados cobran gran importancia en casos de desastres naturales, además de la versatilidad que estos poseen puesto que:

- Están capacitados de operar con pocos equipos y en cualquier tipo de condición.
- No dependen de otras infraestructuras.
- Elaboran redes inmunes a la sobrecarga.
- Están en una continua capacitación.

Además de brindar un servicio gratuito de comunicación, los radioaficionados poseen paneles solares y generadores portátiles, los cuales pueden ser usados para brindar un servicio de recarga para la batería de los teléfonos móviles.

Al momento los radioaficionados no poseen todas las libertades para accionar y colaborar en casos de emergencia por lo cual la ARCOTEL y el gobierno deberán incluirlos en los futuros planes de contingencia.

3.3.2. Solución tecnológica para personal que se encuentra atrapado por derrumbes en túneles viales o mineros ocasionados o posteriores a un terremoto

Así como anteriormente se presentó una serie de recomendaciones y soluciones tecnológicas de telecomunicaciones para mitigar la falta de comunicación de la población que se encuentra sobre la superficie de la tierra y que fue afectada por un terremoto que causó daños menores o mayores a la infraestructura de las instalaciones de telecomunicaciones donde ocurrió el evento. Así mismo se presenta a continuación ciertas recomendaciones y soluciones tecnológicas de telecomunicaciones más adecuadas para los transeúntes, grupos de trabajadores y técnicos que se encuentren aislados o atrapados dentro de un túnel vial o minero a consecuencia de los derrumbes producidos por los terremotos.

El objetivo es proporcionar un sistema de comunicación en dos sentidos que pueda mejorar la capacidad de comunicaciones de las personas y técnicos atrapadas en las profundidades de las minas y túneles, con el personal que está en la superficie después de un derrumbe o una emergencia minera subterránea.

Cabe indicar que en el Ecuador existen algunas cooperativas de mineros que ejercen esta actividad en forma rudimentaria lo cual conlleva a una exposición más relevante de peligro ante una situación como la antes indicada. Por ello el Gobierno a través del Ministerio de Minas y Petróleos deberá facilitar la adquisición de estos equipos de comunicación subterránea, que por cierto no son muy caros y de muy fácil operación.

En la Figura 3.3 se muestra las zonas mineras del Ecuador

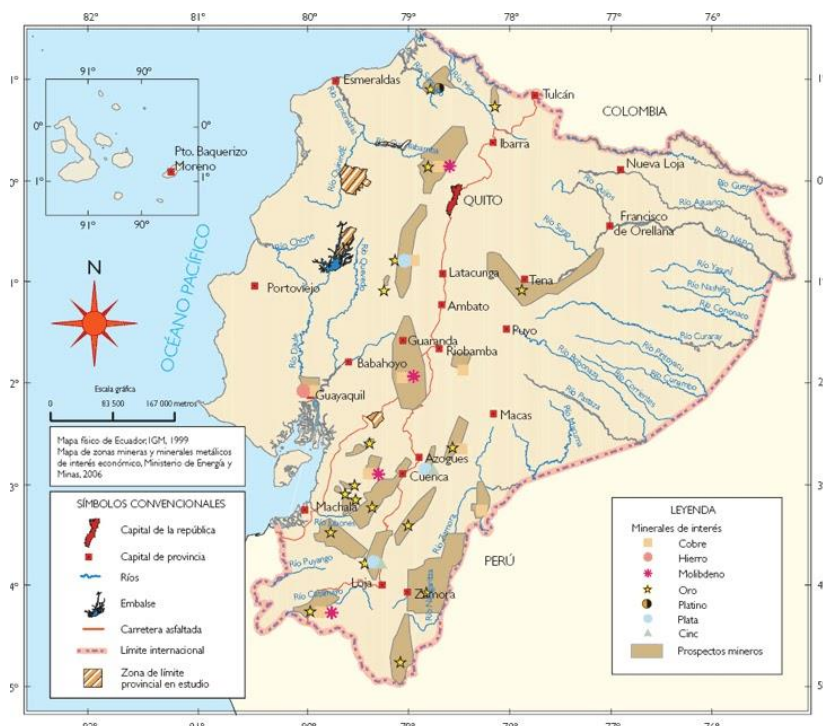


Figura 3.3: Zonas mineras del Ecuador [35]

○ Comunicaciones subterráneas Tedra

En el capítulo anterior se presentó las características, ventajas y desventajas de la comunicación subterránea TEDRA la misma que no depende de una infraestructura complicada de instalaciones subterráneas

Los sistemas Tedra son un mecanismo de comunicaciones eficaz y portátil a través de la tierra, la cual nos ofrece un alto nivel de seguridad para situaciones críticas ocasionadas por derrumbes o daños en la infraestructura subterránea de los túneles o minas.

Esta tecnología de recepción bidireccional de voz, usa la radiación electromagnética en frecuencias muy bajas (10Khz) y la tecnología de compresión de audio digital, para transmitir voz y datos de texto.

Por consiguiente esta tecnología de comunicación subterránea permite contactar a los mineros que se encuentran atrapados en las

profundidades (hasta 2000 mts) de los túneles con el personal que se encuentran sobre la superficie exterior donde ocurrió el terremoto.

En la Figura 3.4 se muestra la entrada a la mina Cabo de Hornos



Figura 3.4: Entrada de Mina Cabo de Hornos-Ecuador [36]

En la Figura 3.5 se muestra un túnel vial en Santo Domingo-Ecuador



Figura 3.5: Túnel vial en Santo Domingo-Ecuador [37]

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

Con la aplicación de nuestro plan para mitigar la falta de telecomunicaciones posterior a un desastre natural, esperamos obtener los siguientes resultados:

- Como resultado general de la implementación de nuestro plan, esperamos lograr que el tiempo de restablecimiento de los servicios de telecomunicaciones se reduzca considerablemente, logrando así que la población de la zona afectada, autoridades, rescatistas y los socorristas puedan hacer uso de los mismos con el único fin de precautelar y salvar vidas humanas.
- Al contar con un inventario actualizado de la infraestructura instalada y equipos que conforman una red de telecomunicaciones, además de los sistemas de gestión de cada una de las operadoras que funcionan en el País, éstas podrán identificar con precisión qué nodo, qué estación repetidora, qué enlaces de fibra óptica aérea y subterránea, qué enlaces de radio, qué sistema de generación AC/DC, etc. hayan sido afectados por el desastre natural.
- Al contar con un stock de insumos y repuestos, las empresas podrán poner en marcha los planes para ejecutar de forma oportuna el restablecimiento de los servicios de telecomunicaciones en la zona afectada.
- Con las capacitaciones dentro y fuera del país esperamos lograr que el personal técnico se especialice en cada uno de los servicios y equipos de telecomunicaciones con el fin de garantizar el restablecimiento de los servicios de telecomunicaciones posteriores a un desastre.
- Con una logística adecuada en coordinación con la seguridad que debe proporcionar el gobierno, esperamos que las empresas logren evitar el robo de combustible que se transporta para los generadores de emergencia, el robo de repuestos y equipos de medición de telecomunicaciones y que los equipos multidisciplinarios lleguen en el menor tiempo posible a la zona afectada.

- Al establecer los planes de cooperación con los organismos de socorro y rescate, se espera que las autoridades y población que se encuentra en la zona del desastre y fuera de ella, logren conocer oficialmente el estado actual de los miembros de las familias y en lo posible que puedan comunicarse entre ellos.
- Con las tecnologías VSAT, COW y teléfonos satelitales esperamos mitigar en forma parcial y temporal la falta de servicio de telecomunicaciones en la zona afectada.
- Con la adquisición de los equipos TEDRA se espera que los mineros y la población usuaria de túneles viales que se vean afectados o atrapados justamente en el momento del sismo o terremoto, logren comunicarse con las personas que se encuentran en la superficie.
- Con la creación de centros de investigación y los avances tecnológicos que se presentan día a día en el campo de las telecomunicaciones para mitigar la falta de este servicio posterior a una catástrofe natural, esperamos que el país pueda contar con la tecnología adecuada y con los procesos ideales para resolver los problemas de telecomunicaciones que generen los terremotos.
- Con la eliminación de restricciones de importación esperamos lograr que las empresas de telecomunicaciones puedan acceder con mayor facilidad a las Tic's necesarias para garantizar la continuidad de los servicios.
- Esperamos que el gobierno adopte el convenio de Temperé, con el fin de obtener ayuda internacional especializado en desastres natural, entre otros beneficios.
- Siendo un país con alta probabilidad sísmica, esperamos que el gobierno deberá asegurar que la gestión de las redes de telecomunicación de emergencia sea una preocupación continua y no una iniciativa puntual y pasajera que sólo surge al existir una catástrofe.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la realización de este proyecto hemos podido concluir que el Gobierno y las Operadoras de Telecomunicaciones fijas o móviles prestan sus servicios en nuestro país, no están preparados para enfrentar los problemas de la falta de continuidad del servicio de telecomunicaciones que se generan posterior a un terremoto de gran magnitud, por tal razón consideramos que es de vital importancia que el Gobierno a través de los organismos de control de las telecomunicaciones, desarrolle un plan de emergencia para mitigar estos problemas.

Durante las actividades de socorro y rescate se evidencio la falta de un canal de comunicación único de emergencia, para las autoridades de Gobierno, socorristas y rescatistas nacionales e internacionales, ya que tuvieron problemas al tratar de comunicarse entre ellos generando retraso en las labores de rescate.

La falta de planes de contingencia por parte de las Operadoras de Telecomunicaciones para situaciones posteriores a un terremoto, produjo retrasos en el restablecimiento de los servicios de telecomunicaciones en la zona afectada por el último movimiento telúrico.

A consecuencia del último terremoto se produjo el colapso del servicio eléctrico en la zona del desastre, situación que también insidió en el restablecimiento oportuno del servicio de telecomunicaciones en diferentes sectores de algunas ciudades de la zona del desastre.

A más del colapso del servicio de telecomunicaciones móviles en la zona del desastre, miles de teléfonos celulares dejaron de funcionar debido a que no podían recargar sus baterías por la falta de fluido eléctrico en la zona del desastre.

Fue muy evidente la falta de resguardo policial, para evitar contratiempos y asaltos a los vehículos que transportaban técnicos multidisciplinares, equipos de telecomunicaciones, repuesto, combustible, plantas portátiles, etc. ocasionando retrasos en el restablecimiento del servicio de telecomunicaciones en la zona afectada.

Debido al colapso de la infraestructura de las estaciones de despacho de combustible (Gasolineras) en las zonas del desastre, se produjo una marcada

escases de combustible, producto de lo cual no se podía reabastecer de combustible a los generadores de emergencia instalados en las centrales telefónicas y estaciones repetidoras, ocasionado que muchos de estos agoten su reservas y dejen de funcionar y por ende se queden sin servicio de telecomunicaciones diversas poblaciones.

La falta de información del estado actualizado de las vías principales y alternas a las ciudades y poblados donde se produjo el terremoto, fue otro motivo para el retraso del restableciendo de los servicios de telecomunicaciones.

Los radioaficionados jugaron un papel muy importante en la zona del desastre, facilitando a las personas afectadas la comunicación con sus familiares y amigos a través de envió de mensajes, además facilitaron a los pobladores en puntos estratégicos para brindar el servicio gratuito de recarga de los teléfonos celulares por medio de generadores portátiles.

Los avances tecnológicos en sistemas de telecomunicaciones inalámbricas y subterráneas para situaciones de emergencias, nos permiten hoy en día poder determinar en el menor tiempo posible una solución parcial o temporalmente para mitigar la falta del servicio de telecomunicaciones luego de un desastre natural.

Los teléfonos satelitales Iridium, en caso de una emergencia son de gran utilidad para las autoridades, socorristas, rescatistas y cualquier otra persona que disponga de estos equipos, porque su operación es como la de un teléfono celular convencional y al no depender de la infraestructura de telecomunicaciones instalada en una zona o región donde se produjo el desastre, se vuelven imprescindibles su utilización para poderse comunicar inmediatamente desde el sitio mismo donde se produjo la catástrofe con otro teléfono satelital o con cualesquier otro teléfono fijo o móvil del mundo.

La tecnología de comunicación subterránea TEDRA ofrece un alto nivel de seguridad para comunicarse con las personas o mineros que se encuentran atrapados por derrumbes o taponamientos en el interior de un túnel con el personal que se encuentra en la superficie exterior, ya que esta tecnología no depende de instalaciones complicadas si no de un pequeño equipo portátil, que usa la radiación electromagnética sobre cualesquier superficie de la tierra en frecuencias muy bajas

(10Khz) y la tecnología de compresión de audio digital, para transmitir voz y datos de texto.

El Gobierno deberá integrarse o adoptar el **Convenio de Temperé** para obtener ayuda internacional especializada en caso de desastres naturales.

Se recomienda a las operadoras de telecomunicaciones móviles implementar una plataforma tecnológica que genere la difusión de mensajes supervisados de alerta de emergencia a la población, por diferentes medios, tales como TV, radios, redes sociales, paneles digitales en autopistas, redes móviles, etc.

Las Operadoras de Telecomunicaciones deberían realizar cronogramas de capacitaciones y simulacros continuos para que todo el personal técnico y administrativo de las operadoras de telecomunicaciones esté adiestrado en el uso de los teléfonos satelitales en caso de un desastre natural.

La ARCOTEL dentro de su plan de contingencia para mitigar la falta del servicio de telecomunicaciones deberá disponer a las operadoras de telecomunicaciones que seleccionen dentro de su empresa a uno(s) de los miembros de su personal o autoridad del gobierno para que disponga de stock de teléfonos satélites en las provincias con mayor índice de sismicidad, los mismos que deberán repartidos estratégicamente, a fin de ser utilizados en caso de emergencia.

Las Operadoras de Telecomunicaciones y el Gobierno deberían fomentar el uso de mensajes de texto SMS para comunicarse durante una situación de emergencia.

La ARCOTEL debería asignar un canal de frecuencias único para comunicarse entre radioaficionados para casos de emergencias.

La Secretaría de Gestión de Riesgo debería utilizar en casos de emergencias un equipo integrador que permita que cada miembro ya sea rescatasta, bombero, policía, COE y/u otras organizaciones puedan estar comunicados entre sí, sin la necesidad de pertenecer a la misma red, con el fin de mantener un trabajo coordinado y eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] "Terremoto del 5 de agosto de 1949 - Instituto Geofísico - EPN", *Igepn.edu.ec*, 2016. [Online]. Available: <http://www.igepn.edu.ec/cayambe/805-terremoto-del-5-de-agosto-de-1949>. [Accessed: 21- Aug- 2016].
- [2] 2016. [Online]. Available: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/04/Informe-de-Situaci%C3%B3n-8-07h30.pdf>. [Accessed: 21- Aug- 2016].
- [3] "Centro de Operaciones de Emergencia (COE) como instancia de gestión de información y toma de decisiones | Toolkit para la creación de productos y servicios de información sobre Desastres", *Toolkit.cridlac.org*, 2016. [Online]. Available: <http://toolkit.cridlac.org/modulo-6-rol-de-los-centros-de-informacion-en-la-respuesta-a-emergencias-y-desastres/unidad-3-organizacion-para-emergencias-y-desastres/centro-de-operaciones-de-emergencia-coe-como-instancia-de-gestion-de-informacion-y-toma-de-decisiones.html>. [Accessed: 21- Aug- 2016].
- [4] "Terremoto de Ecuador de 2016", *Es.wikipedia.org*, 2016. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Ecuador_de_2016#Redes_sociales_y_de_comunicaci.C3.B3n. [Accessed: 21- Aug- 2016].
- [5] 2016. [Online]. Available: [5] http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101909088/1/Se_hunde_v%C3%ADa_que_une_a_Manab%C3%AD_con_Esmeraldas.html#.V0RIDjXhBdg. [Accessed: 21- Aug- 2016].
- [6]2016. [Online]. Available: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/04/Informe-de-Situaci%C3%B3n-8-07h30.pdf>. [Accessed: 21- Aug- 2016].
- [7] *Gestionderiesgos.gob.ec*, 2016. [Online]. Available: <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/04/Informe-de-Situaci%C3%B3n-18-08h001.pdf>. [Accessed: 21- Aug- 2016].

[8]"INFORME DE ACTIVIDADES DEL TERREMOTO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016", Cda. Los ceibos calle 6 N106 entre av. principal y primera Guayaquil-Ecuador, 2016.

[9] "UIT: Comprometida para conectar el mundo", *ITU*, 2016. [Online]. Available: <http://www.itu.int/es>. [Accessed: 21- Aug- 2016].

[10] 2016. [Online]. Available: http://www.itu.int/dms_pub/itu-r/oth/0B/06/R0B060000180001PDFS.pdf. [Accessed: 22- Aug- 2016].

[11] 2016. [Online]. Available: http://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/res/R-RES-R.55-2-2015-PDF-S.pdf. [Accessed: 22- Aug- 2016].

[12] 2016. [Online]. Available: http://www.itu.int/net/ITU-R/terrestrial/res647/docs/revWRC12/Res647RevWRC12_ES.pdf. [Accessed: 22- Aug- 2016].

[13] "Home", *Citel.oas.org*, 2016. [Online]. Available: <http://citel.oas.org>. [Accessed: 22- Aug- 2016].

[14] *Eluniverso.com*, 2016. [Online]. Available: <http://www.eluniverso.com/opinion/2016/07/08/nota/5677662/servicios-telefoniamovil>. [Accessed: 22- Aug- 2016].

[15] *Elblogdelasredes.blogspot.com*, 2016. [Online]. Available: <http://elblogdelasredes.blogspot.com/p/red-por-relacion-funcional.html>. [Accessed: 22- Aug- 2016].

[16] "P25 Información General - Información - Icom America", *Icomamerica.com*, 2016. [Online]. Available: <http://www.icomamerica.com/es/products/landmobile/p25/p25/default.aspx>. [Accessed: 22- Aug- 2016].

[17]"Sistema de radio digital TETRA - MG Trading SAC", *Mg.com.pe*, 2016. [Online]. Available: <http://www.mg.com.pe/sistema-digital-tetra.htm>. [Accessed: 22- Aug- 2016].

- [18] 2016. [Online]. Available: http://www.urbe.edu/info-consultas/web-profesor/12697883/articulos/Radio%20Frecuencia/Tetra_vs_Apco.pdf. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [19] "GTE - Grupo de Tecnologías en Entornos hostiles", *Gte.unizar.es*, 2016. [Online]. Available: <http://gte.unizar.es/proyecto10.html>. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [20] "Bomberos de Tenerife: octubre 2007", *Fotosbomberostenerife.blogspot.com*, 2016. [Online]. Available: http://fotosbomberostenerife.blogspot.com/2007_10_01_archive.html. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [21] G. Echeto and L. Suárez, "Protocolo IEC-104/VSAT aplicado al seguimiento y control de subestaciones eléctricas", *TELEMATIQUE*, vol. 8, no. 2, pp. 113-122, 2010.
- [22] "Terminal de apertura muy pequeña", *Es.wikipedia.org*, 2016. [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Terminal_de_apertura_muy_peque%C3%B1a. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [23] C. Systems, "Cell On Wheels (COW) - General Dynamics Mission Systems", *General Dynamics Mission Systems*, 2016. [Online]. Available: <https://gdmissionsystems.com/lte/cell-on-wheels/>. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [24] "Sistemas de Satélite: Iridium", *Ssatelitales.blogspot.com*, 2016. [Online]. Available: <http://ssatelitales.blogspot.com/2010/04/iridium.html>. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [25] "Acerca Iridium, Telefono Satelite, Telefono Iridium, Planes, Recargas", *Prepaysatphone.com*, 2016. [Online]. Available: <http://www.prepaysatphone.com/acerca-de-iridium.htm>. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [26] "IRIDIUM Telefonos Satelitales IRIDIUM Extreme", *IRIDIUM Telefonos Satelitales IRIDIUM Extreme*, 2016. [Online]. Available: <http://www.iridium-communications.com/>. [Accessed: 22- Aug- 2016].

- [27] "Sistema de Comunicacion Satelital GLOBALSTAR para voz y datos", *Gabnav.coolinc.info*, 2016. [Online]. Available: <http://gabnav.coolinc.info/p1.htm>. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [28] "ESIS Satelital | Globalstar", *ESIS Satelital*, 2016. [Online]. Available: <http://www.esis.com.ve/?p=Globalstar>. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [29] "Comunicaciones Satelitales Parte 2", *Taringa.net*, 2016. [Online]. Available: <http://www.taringa.net/post/ciencia-educacion/14929527/Comunicaciones-Satelitales-Parte-2.html>. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [30] G. Móviles, "Globalsat Group: Telefonos Satelitales Iridium e Inmarsat. Oficinas en USA, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú", *Globalsat Group: Soluciones Satelitales Móviles*, 2016. [Online]. Available: <http://www.globalsat.us/>. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [31] "Teléfono satélite THURAYA XT Lite | Blauden Electronics", *Blauden.com*, 2016. [Online]. Available: <http://www.blauden.com/telefono-satelite-thuraya-xt-lite>. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [32] "Mapa Zonas Sísmicas del Ecuador | Laminas Escolares", *Laminasescolares.com*, 2016. [Online]. Available: <http://www.laminasescolares.com/2012/08/mapa-zonas-sismicas-ecuador.html>. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [33] "Teléfonos satelitales para comunicarse en emergencias ~ Satelital Móvil:", *Satelital-movil.com*, 2016. [Online]. Available: <http://www.satelital-movil.com/2012/03/telefonos-satelitales-para-comunicarse.html>. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [34] *Economiaytecnologiaentrujillo.blogspot.com*, 2016. [Online]. Available: <http://economiaytecnologiaentrujillo.blogspot.com/2014/06/triunfara-la-red-de-satelites-de-orbita.html>. [Accessed: 22- Aug- 2016].
- [35] "SOCIEDAD ECUATORIANA PARA LA DEFENSA DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO. (SEDPGYM-ECUADOR). : Zonas Mineras del Ecuador", *Sedpgym-ecuador.blogspot.com*, 2016. [Online]. Available: <http://sedpgym-ecuador.blogspot.com>.

ecuador.blogspot.com/2013/03/zonas-mineros-del-ecuador.html. [Accessed: 22-Aug- 2016].

[36] M. David Molina, "La explotación minera en el Ecuador (página 2) - Monografias.com", *Monografias.com*, 2016. [Online]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos96/explotacion-minera-ecuador/explotacion-minera-ecuador2.shtml>. [Accessed: 22- Aug- 2016].

[37] "S O L N A C I E N T E N E W S: Inicia segundo túnel de la Alóag – Santo Domingo", *Solnacientenews.blogspot.com*, 2016. [Online]. Available: <http://solnacientenews.blogspot.com/2012/03/inicia-segundo-tunel-de-la-aloag-santo.html>. [Accessed: 22- Aug- 2016].