

I. INTRODUCCION

La problemática de inundaciones en áreas urbanas y rurales ha estado presente en El Salvador desde siempre. Históricamente se tiene registros de un Huracán que en 1934, provocó 500 milímetros de precipitación en 3 días, provocando inundaciones y pérdidas en todo el país. Así mismo, en 1974, el Huracán Fifi produjo en el país grandes inundaciones, así como el Huracán Mitch en 1998, en el 2005 fue el Huracán Stan el que se encargó de poner en evidencia lo vulnerable que es el país ante este tipo de fenómenos.

Sin embargo se comprobó que, el fortalecimiento de las relaciones entre: las comunidades, las Organizaciones No Gubernamentales Locales, las Instituciones Nacionales Locales, y un estrecho soporte de las Instituciones Científicas de Monitoreo e Investigación y el apoyo financiero de los sistemas por parte de la comunidad internacional y por parte del gobierno central, puede dar una mejor oportunidad de éxito a los Sistemas de Alerta Temprana por inundaciones en el corto y mediano plazo.

La implementación del Sistema de Alerta comprende la construcción de una red de estaciones hidrometeorológicas en tiempo real, software y modelos hidrológicos, análisis hidrológicos y científicos, buen flujo de información, pero lo más importante es la estrecha relación que debe existir con los líderes comunales y con la propia población que habita en las zonas de alto riesgo que pueden ser afectadas por fenómenos hidrometeorológicos, en otras palabras es importante contar con un monitoreo local, realimentación y una muy buena cobertura de comunicación con la **Red Social de Observadores Locales**.

II AREAS SUSCEPTIBLES A INUNDACION EN EL SALVADOR

La problemática de inundaciones en El Salvador ocurre ya sea en áreas urbanas como en rurales. Estas se pueden clasificar en tres tipos:

- a) Inundaciones en la parte baja o planicies de las cuencas de ríos medianos y grandes: Río Lempa, Río Paz, Río Grande de San Miguel, Río Jiboa y Río Goascorán. Ocurren debido a temporales ocasionados por eventos meteorológicos como Huracanes. La lluvia es sostenida durante 3 a 5 días.
- b) Inundaciones en cuencas de respuestas rápidas: Cuencas provenientes de volcanes y cordilleras que desembocan en el Océano Pacífico, como: Cara Sucia.-San Pedro (departamento de Ahuchapán), Río Grande de Sonsonate (departamento de Sonsonate), Mandinga-Comalapa (departamento de la Libertad), Estero de Jaltepeque departamento de La Paz), Bahía de Jiquilisco (departamento de Usulután). Y cuencas interiores que desembocan en ríos como: Angue y Río San José (zona norte del departamento de Santa Ana). Este tipo de inundaciones son ocasionadas por precipitaciones altamente convectivas –intensas y localizadas- de 2 a 3 horas de duración.
- c) Inundaciones en Cuencas urbanas, también ocasionadas por precipitaciones altamente convectivas. La problemática es generada por las deficiencias o limitaciones en el sistema de drenaje urbano, obras sin control en cauces de ríos y quebradas y exceso de desechos sólidos (basura) en las quebradas.

En los últimos años, las inundaciones se han incrementado en el país debido a diversos factores: incremento de urbanizaciones y cambio de uso de suelo de las partes altas de las cuencas, ubicación de asentamientos humanos sin control ni ordenamiento en áreas y planicies de inundación, pérdidas de suelo e incremento de erosión por la deforestación, mal manejo de las cuencas, pobre planeamiento urbano y aumento de los asentamientos humanos, cambios en la distribución temporal y espacial de las lluvias.

III SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA

A la fecha, el SNET tiene 5 Sistemas de Alerta Temprana que se monitorean y funcionan a través del Centro de Pronóstico Hidrológico y la **Red Social de Observadores Locales**. Estos sistemas se diferencian por el tipo de pronóstico que se elaboran, así como por el comportamiento hidrológico de las cuencas. En el anexo se presenta el mapa en el cual se muestran los SAT's que actualmente están funcionando en el país. A continuación se presenta una breve descripción de los Sistemas de Alerta Temprana del país:

3.1 Sistema de Pronóstico Precipitación - Escorrentía

a) El Sistema de Pronóstico y Alerta Temprana por inundaciones instalado en la Cuenca Trinacional del Río Lempa, utiliza el modelo hidrológico National Weather Service River Forecast System (NWSRFS) de NOAA. Los resultados obtenidos en cada corrida son: Pronóstico de tres días al futuro de los niveles de ríos en 14 sitios de la cuenca, pronóstico a corto y largo plazo de caudales de entrada en las 4 centrales Hidroeléctricas operadas por CEL y mapas de inundación en el Bajo Lempa. Este sistema integra la información proporcionada por CEL sobre las condiciones de los manejo de embalses. El sistema posee 10 estaciones hidrometeorológicas con transmisión telemétrica (2 en Guatemala, 1 en Honduras, y el resto en El Salvador); se complementa con 16 estaciones de precipitación de transmisión telemétrica, 7 estaciones climatológicas convencionales con información diaria y 9 estaciones climatológicas con información horaria.

Se cuenta con la **Red Social de Observadores Locales estructurada y funcionando**.

3.2 Sistemas de Pronóstico y Alerta Temprana Nivel-Nivel

En estos sistemas el pronóstico hidrológico es de la forma Nivel – Nivel (o Caudal - Caudal). Se cuenta con monitoreo Hidrometeorológico en varias estaciones ubicadas en los ríos y el pronóstico se basa en ecuaciones de correlación entre los niveles del río en las estaciones aguas arriba con las estaciones aguas abajo. También se han desarrollado Curvas de Tiempos de Tránsito dadas las condiciones de velocidad de la creciente y humedad precedente. Adicionalmente, se cuenta con umbrales de nivel del río que indican diferentes etapas de alerta en las estaciones instaladas aguas arriba y a la probabilidad de que se generen inundaciones locales o aguas abajo.

Así mismo, se ha levantando la información en campo sobre las comunidades con problemas de inundación en diferentes escalas y se ha construido una **Red Social de Observadores Locales** que

serán nuestros contactos de vigilancia y monitoreo en las zonas susceptibles a inundación con ellos se mantiene comunicación directa y periódica.

Estos sistemas están instalados en cuatro cuencas:

- b) Río Grande de San Miguel: 3 estaciones hidrometeorológicas con telemetría, 4 estaciones telemétricas de precipitación. Actualmente, se está calibrando un modelo hidrológico, el cual se corre todos los días para verificación de las condiciones esperadas del río ante la presencia de un evento o de lluvias locales.
Se cuenta con la **Red Social de Observadores Locales estructurada y funcionando.**
- c) Río Paz: 2 estaciones hidrometeorológicas en tiempo real, (lluvia y nivel del río) en las estaciones telemétricas El Jobo y La Hachadura y estaciones convencionales de precipitación (2 en Guatemala y 2 en El Salvador).
Se cuenta con la **Red Social de Observadores Locales estructurada y funcionando.** (Actualmente está en proceso de fortalecimiento).
- d) Río Goascorán: 3 estaciones hidrometeorológicas con telemetría y 4 estaciones de lluvia con telemetría. Actualmente se cuenta con la **Red Social de Observadores Locales estructurada y funcionando.**
- e) Río Jiboa, cuenta con una estación hidrometeorológica en tiempo real, 3 estaciones de lluvia con telemetría. Adicionalmente se ha calibrado un modelo hidrológico, el cual se corre todos los días para verificación de las condiciones esperadas del río ante la presencia de un evento o de lluvias locales.
Actualmente se cuenta con la **Red Social de Observadores Locales estructurada y funcionando.**

3.3 Sistemas de Alerta Temprana en Cuencas de Respuesta Rápida

Actualmente, están en proceso de diseño y construcción, en las cuales, se contará básicamente con estaciones de precipitación (al menos una estación con telemetría en la cuenca o región y pluviómetros convencionales), observadores locales y un sistema de comunicación basado en radios. Este sistema requerirá una mayor atención a las comunicaciones y al trabajo de la **Red Social de Observadores.**

La alerta básicamente se originará con base a tres tipos de umbrales: Precipitación precedente (cantidad de agua acumulada en el suelo durante los últimos 10, 7, 5 y 3 días), precipitación pronosticada y precipitación en tiempo real.

Las zonas del país donde se están implementando este tipo de sistemas son:

- 1 Estero de Jaltepeque: Donde se ha estructurado una red social de observadores locales con sus puntos de medición ya sea de lluvia y de nivel del río, en total son 22 contactos de la red, con los cuales el SNET tiene comunicación directa ya sea vía radio o por teléfono celular o línea fija. Se cuenta con dos estaciones telemétricas en la parte alta de la cuenca. Actualmente ya está en funcionamiento.

- 2 Micro Región Ahuachapán Sur: Se ha estructurado una red social de observadores locales con sus puntos de medición ya sea de lluvia y de nivel del río, en total son 12 contactos de la red, con los cuales el SNET tiene comunicación directa ya sea vía radio o por teléfono celular o línea fija. Se contara con una estación telemétrica en la parte alta de la cuenca. Actualmente, esta en proceso de terminar la instalación de la estación telemétrica.
- 3 Se espera contar con un sistema de alerta temprana en el área urbana de San Salvador, el cual se esta estructurando y su fortaleza será especialmente la red de observadores locales y una buena red de radios para el intercambio de la información de alertas y/o amenazas en tiempo oportuno. La **Red Social de Observadores Locales**, recibirán capacitación constante de parte de los técnicos del SNET para una mejor interpretación, análisis y transmisión de los datos hidrometeorológicos.

IV EL PAPEL DEL SNET COMO INSTITUCION CIENTIFICA

El papel de los Servicios Técnicos de hidrología, meteorología y Gestión de Riesgos en la DGSNET, es el monitoreo Hidrometeorológico de las condiciones hidroclimáticas del territorio. Así mismo, desarrollar los análisis que permitan realizar los pronósticos de crecidas y emisión de avisos y alertas a las comunidades y comités de emergencia. La implementación del SAT no solamente involucra las estaciones de monitoreo, sino el desarrollo de las herramientas de análisis de las amenazas y vulnerabilidades ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos severos. Entre las herramientas desarrolladas están:

- a) Conocer la respuesta de las cuencas ante las precipitaciones.
- b) Graficas de correlación de niveles entre estaciones.
- c) Gráficas de Tiempos de tránsito que permitan establecer el tiempo de llegada de las crecidas.
- d) Determinar áreas susceptibles a inundación y de comunidades vulnerables: mapas de inundación.
- e) Establecimiento de niveles de peligrosidad de las casas y comunidades.
- g) Establecimiento de Sistemas de monitoreo sobre cambios en las vulnerabilidades de las zonas.
- h) Creación y fortalecimiento de la red social (en conjunto con los gobiernos locales e instituciones de emergencia). Capacitaciones sobre monitoreo e interpretación de datos hidrometeorológicos y avisos de alerta.
- i) Establecimiento de protocolos de comunicación y desarrollo de procedimientos de operación y emergencia de los Centros de Pronósticos y del SNET.

V EL PAPEL DE LA RED SOCIAL DE OBSERVADORES LOCALES

La concepción, diseño y construcción de la red social no puede ser única para las diferentes áreas en riesgo. Su construcción debe basarse en el tipo de amenaza de las zonas, en la organización municipal y comunitaria, en los organismos locales existentes y hasta en la idiosincrasia y capacidades de las poblaciones.

La red social, es un concepto que abarca un número representativo de ciudadanos, líderes locales y comunales, instituciones descentralizadas gubernamentales (Unidades de Salud, escuelas), Policía

Nacional Civil, Fuerza Naval, Destacamentos Militares, Municipalidades, ONG's que viven ya sea en zonas identificadas como de alto riesgo y/o habitan en las cuencas medias y altas de las zonas susceptibles a inundación y que asumen con responsabilidad la tarea del manejo integral de su riesgo y/o el apoyo en el monitoreo de las variables hidrometeorológicas respectivas, con el fin de apoyar al SNET en el monitoreo en campo.

Para estructurar y crear la Red Social, personal técnico del SNET, se desplazan a las zonas con alto riesgo a inundaciones, ubicadas principalmente en las áreas bajas de los ríos Paz, Jiboa, Lempa, Grande de San Miguel y Goascorán, para identificar a líderes comunales y habitantes con quienes se inició el proceso de organización con el fin de implementar la vigilancia local.

Se prepararon protocolos de comunicación a implementarse con cada lugar, en caso de generarse un evento extremo. Posteriormente, se realizó una serie de talleres con el objetivo de explicar la forma de establecer una comunicación directa entre la población y la DGSNET.

Ahora se cuenta con un directorio de enlaces voluntarios en cada uno de los lugares visitados, con quienes se establece comunicación directa para el intercambio de información. Las y los integrantes de la Red se han convertido en vigilantes de que en su caserío, comunidad o cantón, las condiciones socio-económicas permanezcan en equilibrio con su medio ambiente.

Con la Red Social se busca una mayor cobertura mediante presencia física y activa en las zonas más alejadas y con quienes se pretende, a la vez, permanecer en constante comunicación y organización para:

- 1 Fortalecer los niveles de gobiernos locales y comunitarios, dotándolos de la capacidad para analizar las condiciones de riesgo y diseñar, negociar e implementar soluciones con bases sólidas y a la vez flexibles y viables.
- 2 Implementar procesos continuos de capacitación que incidan en la creación de riesgo y en la sensibilización y conciencia sobre el mismo: como por ejemplo pobladores, municipios, ONGs, entre otros.

En el Anexo se presenta la estructura y la cantidad de contactos que conforman la **Red Social de Observadores Locales** para cada uno de los SAT's que actualmente están funcionando en el país.

VI EL PAPEL DE LOS MEDIOS DE COMUNICACION

La capacidad y el impacto de los medios de comunicación de llegar a la población, es una herramienta a la que se le debe prestar mucha atención. Los comunicadores, como parte de la Red Social, pueden ser una aliado o un obstáculo para el desarrollo de la capacitación a distancia de la población sobre los temas de Gestión de Riesgos y Alerta Temprana, por ello, que parte de las actividades desarrolladas por el SNET ha sido capacitar a los comunicadores en los temas mencionados y mantener una relación directa en la emisión de boletines especiales, pronósticos y avisos. Si bien para alertas de corto plazo (dos a 10 horas), los medios escritos y la televisión no son los ideales, sí lo han sido para la comunicación de información específica tendiente a orientar y capacitar a la población. En el caso de las alertas de corto plazo, han sido determinantes las radioemisoras locales y nacionales, que pueden llegar a la población en riesgo en poco tiempo.

Es importante, que los medios de comunicación sean concientes acerca de las tareas de Gestión de Riesgos y emisión de alertas, ya que el **“amarillismo”** tiende a estar presente y obviar su papel para la emisión de las alarmas, arribando solamente a las zonas de riesgo cuando el desastre ya se ha producido. Pero si los medios de comunicación son orientados y convencidos de la utilidad del apoyo que pueden dar a los Sistemas de Alerta, son un aliado muy importante en la Gestión de Riesgos Nacionales.

VII EL PAPEL DE LA ASISTENCIA INTERNACIONAL Y LOS ORGANISMOS REGIONALES

El apoyo internacional que se ha tenido se basa en la solución temporal de la problemática del país, sin considerar, la mayoría de las veces, la capacidad que tienen los países en darle sostenibilidad a los sistemas técnico-científicos instalados, a la capacidad técnica establecida y a la misma organización del país e idiosincrasia de los pueblos.

Por lo anterior, la Cooperación Internacional tiene que estar más orientada en apoyar en el desarrollo y fortalecimiento de las capacidades nacionales, a los organismos nacionales y locales en el desarrollo y fortalecimiento de las capacidades técnicas que le permitan a las agencias nacionales, hacer sostenibles los sistemas técnico-científicos de monitoreo, análisis y comunicación.

Así mismo, las instituciones hidrometeorológicas de los demás países de la región, pueden potenciar sus capacidades a través del intercambio de conocimientos y experiencias. Esto cada día es posible con el desarrollo de las comunicaciones y con el poder contar con mecanismos de comunicación y discusión virtuales, conexiones de información en sitios web y la internet.

En el Anexo se presenta las agencias internacionales con las que la DGSNET, mantiene comunicación directa ó en caso de emergencia regional se intercambia información hidrometeorológica con las diferentes agencias regionales.

VIII FINANCIAMIENTO Y SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS.

En El Salvador y en cualquier parte del mundo, la labor de alertamiento para minimizar daños y pérdidas humanas en una zona determinada, es reconocida y bien vista por los habitantes de las comunidades que son afectadas por los diferentes fenómenos naturales. Sin embargo, los fenómenos naturales que causan este tipo de daños, no presentan en el tiempo una recurrencia predeterminada; su recurrencia puede ser anual o incluso de más largo plazo en pocas palabras es variable. Esto provoca que durante todo el período en que los fenómenos naturales no se manifiestan, no se preste la atención suficiente a este tipo de Sistemas de Alerta.

Por lo anterior, los países en vías de desarrollo afrontan la necesidad de soportar y dar sostenibilidad en el tiempo al monitoreo e investigación hidrometeorológica. Lo anterior consume fondos que muchas veces no son sostenibles por los presupuestos del Gobierno Central.

Ante necesidades sociales como Salud y Educación, el monitoreo Hidrometeorológico, la Gestión de Riesgos y la investigación científica, no son una prioridad en nuestros países. En los últimos años, se ha dado que los bien montados sistemas de observación e investigación, el personal altamente calificado y las capacidades instaladas en las instituciones gubernamentales, se han

perdido debido a la falta de fondos para el mantenimiento de los mismos. Más bien, estos recobran importancia cuando un fenómeno ha impactado en un territorio específico, generando cuantiosos daños y pérdidas materiales y de vidas humanas, olvidándose por completo, que un monitoreo y vigilancia previa, pudo haber reducido considerablemente dichas pérdidas.

Posiblemente, una de las opciones de financiamiento de los sistemas de monitoreo y análisis hidrometeorológicos con fines de alertamiento por inundaciones, estriba en los servicios paralelos que la información generada y las capacidades instaladas puedan dar para el desarrollo de las actividades socio-económicas y de aseguramiento de las inversiones que se requieran en el país.

Es decir, el desarrollo de actividades productivas como, desarrollo de zonas industriales, desarrollo del turismo, desarrollo de proyectos habitacionales y el buen manejo y disponibilidad **per se** del recurso hídrico para los diferentes usos, generan una demanda de información hidroclimática que pueda ser proporcionada por estos sistemas. Por ejemplo, la información de crecidas de los ríos principales de la zona, proporcionarían los insumos generales para elaborar mapas de inundación, los cuales son una herramienta fundamental que ayudarán a identificar áreas potenciales donde se debe limitar el desarrollo de proyectos habitacionales.

IX CONCLUSIONES

- a) Un Sistema de Alerta Temprana y de Monitoreo Hidrometeorológico para inundaciones, es más que una red de instrumentos de observación hidrometeorológicas y una red de comunicaciones. Un SAT, en su desarrollo completo, debe tener un soporte técnico científico del conocimiento y comportamiento de ríos y cuencas.
- b) Un SAT's debe de contener la estructura y desarrollo de una **Red Social de Observadores Locales** que este involucrada en el monitoreo de las condiciones locales, y en la retroalimentación de los efectos que pueda tener la amenaza en su entorno.
- c) El éxito de un diseño de Sistema de Alerta Temprana para inundaciones, estriba en la participación compartida en forma adecuada de las responsabilidades de monitoreo, investigación, alerta, comunicación y financiamiento de los mismos.
- d) La sinergia de todos los componentes de la sociedad en los niveles locales, nacionales, regionales e internacionales juega un papel importante que potencia las capacidades.
- e) El Soporte y Apoyo de la Cooperación Internacional, debe ser aprovechado al máximo para construir las capacidades locales y darle continuidad a los sistemas, de tal manera que no esperemos un nuevo evento que ocasione desastres.
- f) El éxito de un buen Sistema de Alerta Temprana, lo compone el material humano con el que se cuenta...en pocas palabras, el éxito depende de la concientización y labor social que se realiza con la estructura y desarrollo de la **Red Social de Observadores Locales**.



DIRECCION GENERAL DEL SERVICIO NACIONAL DE
ESTUDIOS TERRITORIALES



ANEXO



Ministerio de Medio Ambiente
y Recursos Naturales

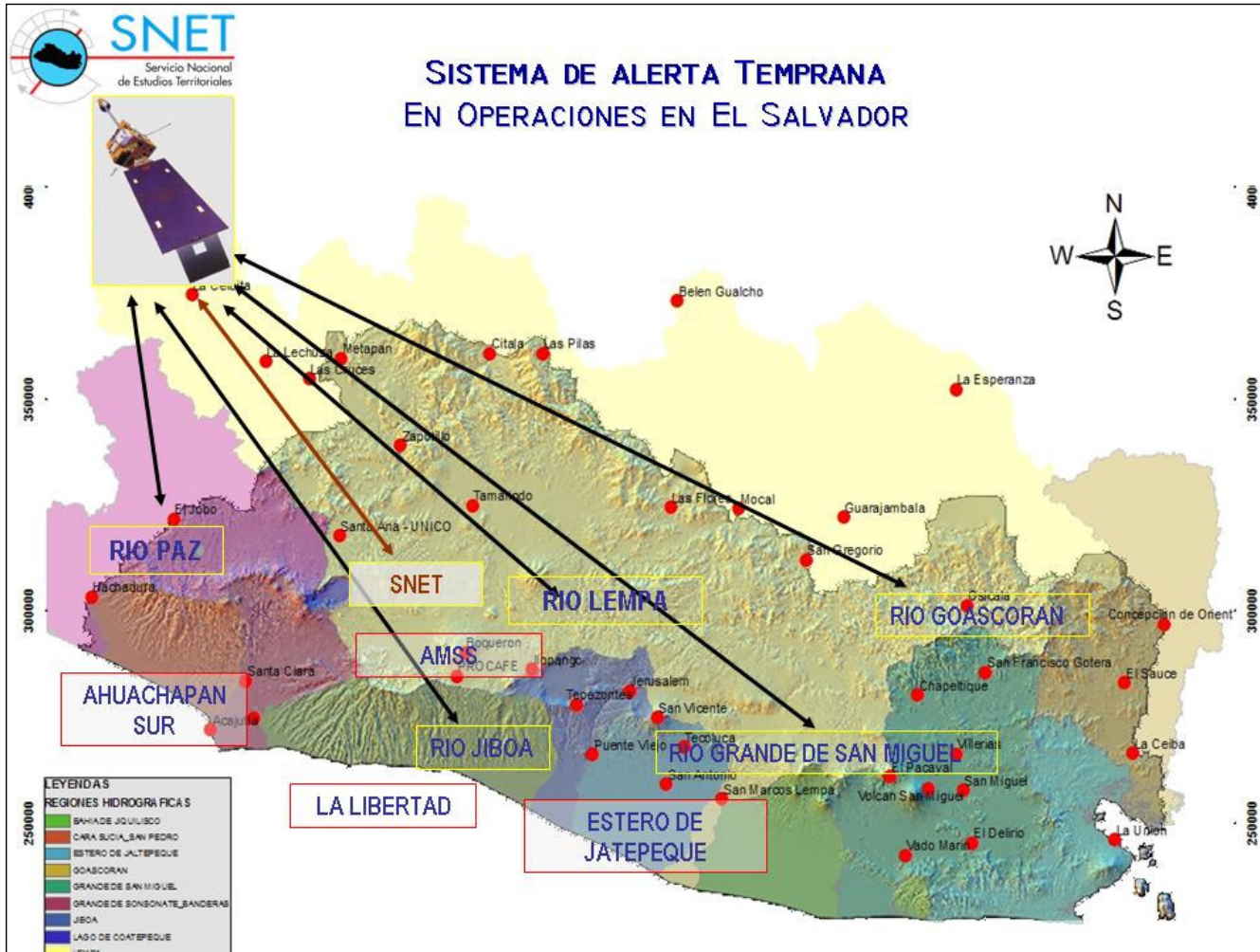
DIRECCION GENERAL DEL SERVICIO NACIONAL DE
ESTUDIOS TERRITORIALES





Ministerio de Medio Ambiente
y Recursos Naturales

DIRECCION GENERAL DEL SERVICIO NACIONAL DE
ESTUDIOS TERRITORIALES





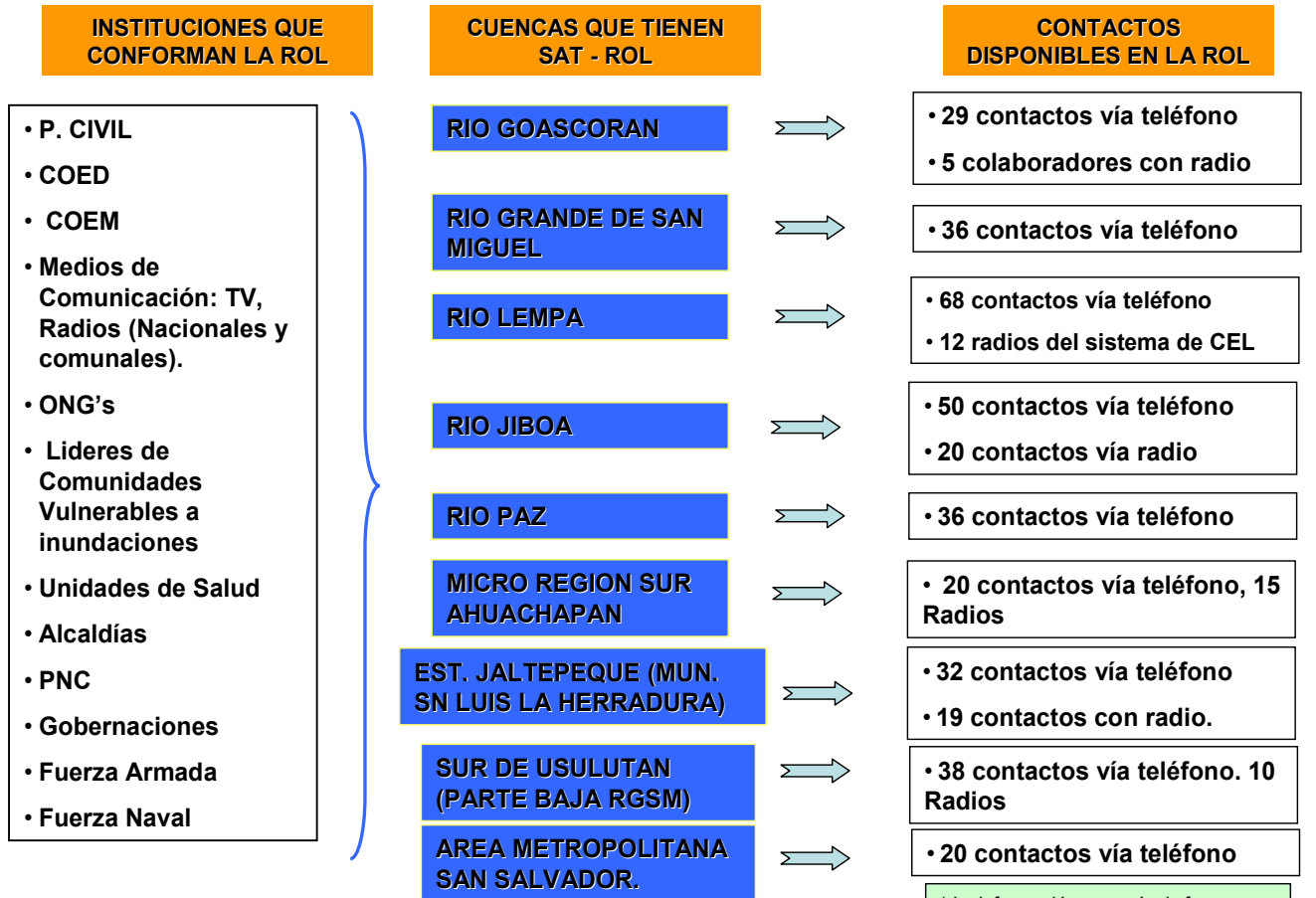
Ministerio de Medio Ambiente
y Recursos Naturales

DIRECCION GENERAL DEL SERVICIO NACIONAL DE
ESTUDIOS TERRITORIALES





ESTRUCTURA RED DE OBSERVADORES LOCALES (ROL)



NOTA: EL 80 % DE TELEFONOS DE LA ROL SON CELULARES.

* La información se envía de forma simultánea vía correo electrónico y Fax Cuando se disponen estos medios..



AGENCIAS INTERNACIONALES CON LAS CUALES LA DGSNET INTERCAMBIA INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA

AGENCIA	PAIS	MOTIVO
<ul style="list-style-type: none">• NOAA• RTI• SUTRON• USGS• CDA	ESTADOS UNIDOS	Con estas organizaciones existe cooperación bilateral en cuanto a formación académica, intercambios de información técnica, sistemas de transmisión de datos vía satélite, etc.
<ul style="list-style-type: none">• OMM	SUIZA	SNET forma parte activa de la Organización, por consiguiente es necesario mantener contacto permanente.
<ul style="list-style-type: none">• CRRH• IMN• ICE	COSTA RICA	Instituciones que trabajan en la gestión de Recursos Hídricos y en conjunto con SNET
<ul style="list-style-type: none">• INSIVUMEH• CEPREDENAC	GUATEMALA	Instituciones relacionadas con la gestión del riesgo y manejo de Recursos Hídricos.
<ul style="list-style-type: none">• INETER	NICARAGUA	Institución homónima de SNET con quien se verifican datos de eventos que puedan desplazarse a EL Salvador

NOTA: Existen otros Organismos e Instituciones internacionales con quienes se tiene relación, aunque de forma menos frecuente que los mencionados.