

# Propuesta de un sistema para mantener la conciencia situacional en casos de emergencia

Luis Alvarado Bermúdez and Gean Carlos Cascante Ramirez y  
José Menéndez Bermúdez

Escuela de Ingeniería,  
Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología,  
ULACIT, Urbanización Tournón, 10235-1000  
San José, Costa Rica  
[lalvaradob028, gcascanter004, jmenendezb172]@ulacit.ed.cr  
<http://www.ulacit.ac.cr>

**Resumen** Este proyecto se basa en la investigación de algunos aspectos de los sistemas de alerta de emergencias, así como sus funciones, diseños, y un planteamiento basado en toda la pesquisa, para dar una propuesta de arquitectura que sea pensada para Costa Rica. Los Sistemas de Alerta de Emergencias (SAE) son una parte esencial de los sistemas de alerta temprana y los cuales pueden reducir muertes y daños producidos por ciertos desastres, al notificar a la población que deben evacuar una determinada zona debido a un posible tsunami. El problema es que no existe un sistema de alerta temprana o durante un tsunami o terremoto. Aunque se da un sistema de emergencias a posterior. Tampoco hay en el país un método que alerte a los ciudadanos de forma pro-activa, el cual, pueda darles un tiempo de reaccionar mejor y seguir un plan implementado por el gobierno o entidad responsable. Lo que se plantea en este trabajo es la propuesta de una implementación de servidores o controladores Cell Broadcast, en conjunto con la infraestructura de telecomunicaciones que cuenta Costa Rica. Este Cell Broadcast es el que controla la comunicación de los mensajes entre los demás dispositivos, para el correcto envío de los mensajes. Se debe verificar que las radio bases tengan habilitado el protocolo de Cell Broadcast TS 48.049. Luego hacer análisis de las interacciones entre los equipos, ejecutar pruebas y estresar la red hasta estar seguros que funciona bien la implementación. Al ser una propuesta, este trabajo no cuenta con resultados preliminares.

## 1. Introduccion

El incremento en la frecuencia y capacidad destructiva de los desastres naturales ha impulsado un mayor enfoque en la implementación de medidas para la preparación ante un caos (chile, 2014; GSMA, 2012). Aunque es difícil de calcular la utilidad exacta de los sistemas de alerta temprana. Los Sistemas de Alerta de Emergencias (SAE), son una parte esencial del programa de alerta temprana, el cual puede reducir las muertes y daños producidos por ciertos desastres, ya que notifican a la población que deben evacuar una determinada zona debido

a un posible tsunami. Además, las alertas tempranas, también pueden brindar a los gobiernos y organizaciones, tiempo para prepararse y proteger tanto a la población como a los elementos esenciales de la infraestructura (i.e. que incluye los que conforman al mismo SAE) del país o región.

En este contexto, es importante resaltar que Centroamérica es una zona vulnerable por sus características geográficas y geológicas, (aunque no es afectada con frecuencia por terremotos de gran magnitud y tsunamis), por lo que existen probabilidades de que sea afectada por este tipo de desastres. Por lo que es importante analizar el diseño e implementación de un SAE.

Los gobiernos y empresas de telecomunicaciones deberán de adaptar su infraestructura para poder brindar este servicios a los ciudadanos.

El problema es que no existe un plan de alerta temprana o durante un tsunami o terremoto. Aunque hay un sistema de emergencias a posterior. Y tampoco se da en el país, una programación que alerte a los ciudadanos de forma pro-activa, y así darles un tiempo de reaccionar mejor y según un plan implementado por el gobierno o entidad responsable.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de este trabajo de investigación es proponer el diseño de un sistema de alerta de emergencias. Como consecuencia, en la sección 2 se explica y discuten los diferentes elementos que componen un SAE, así como los componentes que se requieren para su implementación. Mientras que en la sección 3 se presenta el plan propuesto y la sección 4 presenta las conclusiones y recomendaciones.

## 2. Marco Teórico

### 2.1. Requerimientos de diseño (SAE)

El objetivo principal de un SAE es proporcionar alertas tempranas de desastres inminentes a las comunidades en zonas propensas a catástrofes. Por lo que es conveniente considerar el uso de las redes GSM, debido a la cantidad de población que abarca y la rapidez con la que se diseminan los mensajes de advertencia.(one2many, 2012)

Los requisitos de diseño iniciales para el sistema de alerta son o serán:

1. Un centro para la entrega de alerta instantánea a los ciudadanos, ya sea, en el día o la noche.
2. Inmune a la congestión de la red móvil.
3. Comprensibles en los dialectos locales( Lenguas indígenas).
4. Capaz de difusión masiva, así como dirección enfocada a lugares o zonas específicas.
5. Adaptado a varios métodos de alerta para asegurar la entrega de mensajes fácilmente asequible y no se limita a una comunidad exclusiva.(Toro, 2014)

### 2.2. Sistemas de alerta Públicas.

Los sistemas de alertas públicas son medios para enviar información sobre eventos que pueden afectar su integridad. De forma tradicional este tipo de

alertas se han enviado mediante sirenas, radio y TV, y de forma reciente, por medio de las telefonía móvil, la cual es muy utilizadas por la población en general.

### **2.3. Recolección de datos.**

La recolección de datos es uno de los puntos claves para el desarrollo de un sistema SAE, ya que por medio de estos se puede saber si se da o no dicha alerta. Los datos pueden ser recolectados de sismógrafos en tierra y de boyas marinas en las costa o dentro del océano, esta información es enviada a un centro de datos para su procesamiento respectivo.

### **2.4. Interpretación de datos.**

Una vez los datos recolectados y enviados al centro de datos, se deberán de interpretar y a su vez dependiendo de dichos resultados, se decide si se envía el mensaje de advertencia o no, todo dependerá de lo que los datos arrojen sobre el evento que acaba de ocurrir.

### **2.5. Diseminación del mensaje.**

Una vez los datos procesados y analizados, se toma la decisión de hacer la alerta a la población, según la información que se interpretó, se define el área o polígono que se va a enviar la alerta, también se define el mensaje que se va a enviar ya sea uno de advertencia de evacuación o si el peligro es inminente.

### **2.6. Redes Móviles Tecnología GSM.**

Después de un desastre, tanto en redes fijas y móviles de telecomunicaciones pueden congestionarse casi de inmediato. Esta es una limitación de las redes móviles en cualquier situación de emergencia, como las capacidades de red están diseñados para manejar una carga media, dado números particulares de suscriptores y no para grandes picos que en ocasiones pueden ocurrir. Como ilustración, inmediatamente después del terremoto de Japón en 2011 la red de voz se vio muy afectada por la saturación, pero dicha red nunca se cayó debido a la alta inversión que anteriormente se había realizado en ella.

### **2.7. Cell Broadcast.**

La tecnología móvil que permite que los mensajes se transmitan a todos los teléfonos móviles dentro de un área designada va a ser Cell Broadcast. Esta mensajería es soportada por la mayoría de los operadores de red móvil GSM y 3G. Dicha tecnología está diseñada para la entrega simultánea de mensajes a múltiples usuarios en un área especificada. (one2many the leading cell broadcast company, 2014)

Los mensajes informativos se dirigen a las células de radio, en lugar de a un terminal específico. Un mensaje de difusión celular es un servicio que se

presenta pero que el remitente del mensaje no sabe que ha recibido el mensaje. Para apoyar esta función el operador de red requiere un Cell Broadcast Center (CSC) para permitir la distribución masiva de información local a los suscriptores móviles o ISP.

## 2.8. Arquitectura de un Cell Broadcast.

El principal uso de esta tecnología en los países en desarrollo es la implementación del Sistema de Alerta Temprana (SAT) para los ciudadanos. CB se puede utilizar como un sistema de alerta por los gobiernos para ponerse en contacto con los ciudadanos, en sus teléfonos móviles y así, advertirles de los incidentes en un área en particular. Algunos países ya han adoptado esta técnica, para apoyar las formas de comunicación existentes como, las sirenas, radio y televisión. (one2many, s.f.)

### Ventajas

- La ventaja de este sistema es que permite el envío de mensajes sin tener que conocer los números de teléfono de los usuarios de la región. En lugar de enviar un mensaje a un teléfono móvil conocida específica puede enviar un texto a todos los teléfonos móviles en una zona específica. La comunicación de masas, muy rápido, en caso de que realmente importa.
- Independientemente del estado de la red (congestionado o no) CB está siempre disponible. A diferencia de los SMS, CB es parte de la llamada 'bajo nivel' de señalización entre el teléfono y la red. Por ejemplo, en el caso de congestión de la red, será imposible utilizar los servicios de voz y SMS regulares mientras CB permanecerá en pleno funcionamiento. No está tan afectada por la carga de tráfico; Por lo tanto, puede ser útil durante un desastre cuando los picos de carga tienden a chocar redes.
- El CB es un sistema maduro que ha estado alrededor de una década y sólidas para apoyar los sistemas nacionales de alerta pública, existen ejemplos de implementaciones en Japón, Países Bajos y EE.UU.. CB se especifica en GSM y UMTS y se detallará en LTE, el sucesor de UMTS, por lo que estará a prueba en el futuro.
- No hay ningún costo para el suscriptor al recibir el mensaje.

### Desventajas

- Cell Broadcast es una característica de la red, y algunos operadores no tienen la función de la célula de mensajes de difusión activado en su red, sin embargo, cada operador debe tener un centro de CB y funcionalidad CB habilitada.
- A pesar de que el envío de mensajes es gratuito, hay un costo inicial para el operador de red, en la creación de un centro de CB, que será utilizada para componer y entregar los mensajes en la red móvil y se remesará a los teléfonos.

## 2.9. Países que cuentan con SAE

### ■ Japón

NTT Docomo en Japón ofrece Alerta mail desde noviembre de 2007. Se trata de un servicio de CB que proporciona advertencias para terremotos y tsunamis. NTT Docomo suministra teléfonos móviles a sus clientes que tienen un menú de configuración específica en la que el usuario puede optar por recibir las alertas de terremotos y alertas de tsunami. Además, el volumen y la duración del tono de alerta dedicada se pueden ajustar en este menú. El sistema de alerta contra los tsunamis y terremotos (ETWS). Actualmente se está estandarizado en 3GPP (un instituto de telecomunicaciones mundial de normalización). Una vez que se ha llegado a la conclusión de otros países propensos tsunami y terremoto, la mayoría en Asia, puede desplegar el mismo servicio.

### ■ Sri Lanka

El Centro de Gestión de Desastres (DMC) de Sri Lanka en colaboración con Dialog Telekom lanzó el primer sistema de advertencia de alerta masiva de Sri Lanka en 2009 llamado Desastre y Emergencia Red de Alerta (DEWN). El Centro de Operaciones de Emergencia de la DMC, se ha dado acceso a la interfaz DEWN alertar seguro. Cuando la información es recibida por el DMC, esta es verificada y la alerta puede ser emitidas, en un escenario de desastre potencial.

### ■ Chile

Es el primer país de latinoamericano que desarrolla un sistema SAE y a su vez es uno de los sistemas más modernos y robustos que existen en el mundo, a diferencia de la mayoría de los SAE, el de Chile ha sido probado en varios eventos reales y en la actualidad se trabaja para adaptarlo a otros eventos naturales como alud o lahares volcánicos.

### ■ EEUU

El sistema de alertas de emergencias de Estados Unidos, fue creado con el propósito de alerta al personal del gobierno en caso de atentados terroristas o ataques de parte de otra nación, el sistema se interconecta con redes de radio y tv abierta y con las redes celulares. El sistema se adaptó después para la alerta de desastres naturales con gran poder destructivo, y para toda la población en general.

### ■ Israel

Es el único país que utiliza el sistema para defensa de ataques por parte de grupos terroristas como hamas, también es el único SAE en medio oriente.

### ■ Holanda

El primer país de la zona Europea en instalar y probar en SAE, aunque nunca se ha probado en una situación real, el sistema es muy robusto y en constante prueba y mejora. (ETSI, 2010)

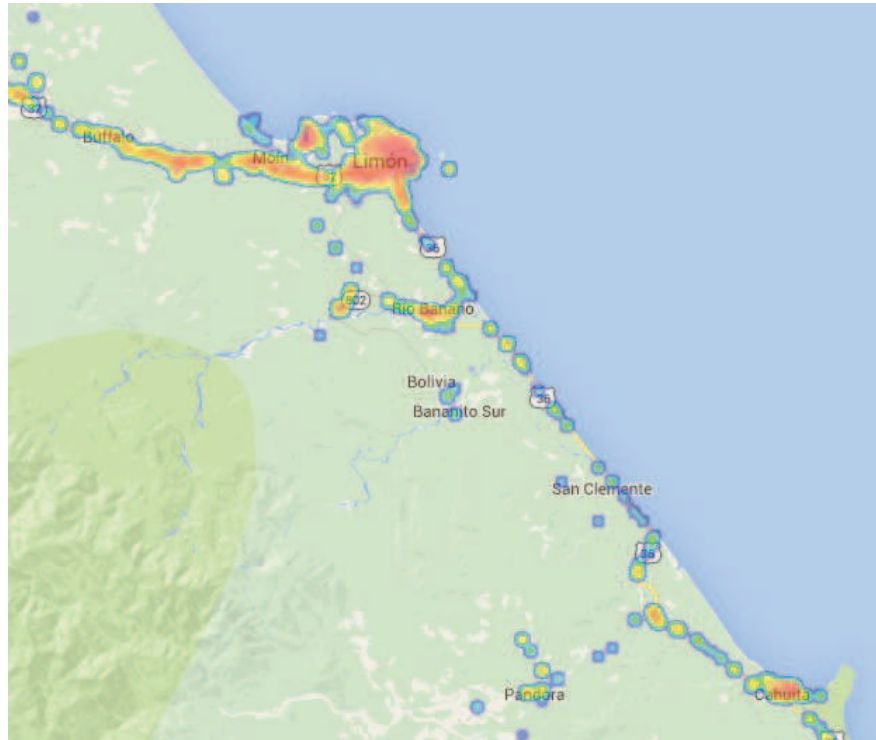


Figura 1. Calidad de la cobertura en la costa de Limón

### 3. Propuesta Sistema SAE para Costa Rica

#### 3.1. Propuesta para la costa del Atlántico

##### Características de la costa

La costa Atlántica de Costa Rica, se caracteriza por ser muy regular y con pocos focos de población, la parte norte está conformada en su mayoría por bosques y manglares des poblados, el único lugar de relevancia es la comunidad del Tortuguero, que cuenta con menos de 20 mil habitantes. Luego, se encuentra la ciudad de Limón, en la parte sur de la costa, esta tiene una gran importancia económica y social, ya que es la cabecera de provincia tiene una población de 124 mil habitantes, también posee el puerto más importante del país y la única refinera. Y por último, el sector sur de la costa, este posee poblados pequeños como Cahuita, Puerto Viejo, con focos de población muy concentrados, la costa es un poco más irregular, pero es muy leve.

### **Sismógrafos y boyas marinas**

Existen sismógrafos desplegados en tierra firme que son instrumento para registrar la intensidad, duración y otras características de los temblores de tierra durante un terremoto. Estos equipos son administrados por dos universidades estatales, la UCR y la UNA, ellas son las encargadas de recolectar los datos y de analizarlos, también de brindar mantenimiento a los equipos. En lo que respecta a las boyas marinas no existen registro que se tenga ninguna, cerca de la costa o mar adentro, esto se vuelve un gran problema para el desarrollo de un proyecto de este tipo, a pesar de que la gran mayoría de los tsunamis son en el Pacífico, siempre existe posibilidad que en el Atlántico pueda ocurrir un siniestro.

### **Condición de la infraestructura móvil**

La infraestructura móvil se encuentra bastante madura en términos de cobertura y capacidad igualmente existen puntos donde la cobertura es mínima o nula, pero muchos de estos puntos son lugares poco poblados. Se sabe que la cobertura de las redes de los diferentes operadores puede alcanzar más del 90 por ciento de la población. ver figura 1:(opensignal, 2015)

### **Planes de evacuación**

No existe en toda la costa Atlántica ningún tipo de plan de evacuación, ni mecanismo de alerta sonora o señalización, que avise en caso de un desastre de esta magnitud. Hay comisiones de emergencias, en toda la provincia, pero dichos comités no poseen capacitación de qué hacer en estos casos. Por otra parte, cabe mencionar que toda la parte norte de la costa es muy plana y no existen ningún tipo de elevación natural a la cual acudir. Este es un problema muy serio, ya que amerita una fuerte inversión en infraestructura Civil.

### **Propuesta**

Esta propuesta nace por la necesidad de ofrecer una alerta a todos aquellos ciudadanos que viven cerca de las costas, esto con el fin que resguarden su integridad y la propia vida. Como primera etapa se recomienda asesorar a todos los comités de emergencias que existen desde Tortuguero hasta Puerto Viejo, después de esto se debería de rotular y demarcar las zonas seguras, donde los pobladores puedan estar a salvo, también dar charlas a las personas para que sepan cómo reaccionar en caso de un evento de este tipo. Una vez que estos puntos estén desarrollados, se debe de informar a los diferentes operadores de telefonía móvil, para que adapten sus radios bases al uso de Cell Broadcast, mediante el estándar TS 48, el cual es recomendado por la 3GPP (es una organización mundial de comunicaciones inalámbricas que desarrolla estándares o especificaciones en colaboración para arquitecturas de radiocomunicaciones, redes centrales y servicios). Igualmente se debe de dar charlas a las personas de las comunidades costeras donde se les expliquen en qué consisten las alertas.

Superada esta etapa se tendrá que empezar con los exámenes de equipos, tanto de usuario final como de radio bases, los usuarios deberán de recibir un mensaje de prueba e indicar que dicha información es con ese fin. Se recomienda realizar pruebas por polígonos y luego, a nivel total de todos los usuarios de la costa, esto con el propósito de estresar la red y conocer si existen puntos de falla en ella y corregirlos.

Se recomienda manejar dos tipos de mensajes en caso de un evento real, uno deberá ser a nivel de toda la costa, donde se informe a la ciudadanía que hay una advertencia de tsunami y se tomen las precauciones del caso, el otro mensaje es aquel que indica el tiempo aproximado para el impacto y la zona de mayor afectación. Los focos con mayor población, como Limón centro, debería ser de las primeras zonas donde se empiece a trabajar en un proyecto de esta índole, tanto por su importancia económica, como la gran cantidad de población que se desplazaría a lugares seguros. En esta ciudad se recomienda la instalación de sirenas de alerta y rutas de evacuación muy bien demarcadas y señalizadas para que la población no tenga problemas a la hora de evacuar la zona que va ser afectada. Para el caso del hospital Tony Facio se recomienda crear todo un plan que se adapte a las necesidades de dicho centro, esto se deberá de coordinar con la Caja Costarricense del Seguro Social.

### **3.2. Propuesta para la costa del Pacífico**

#### **Características de la costa**

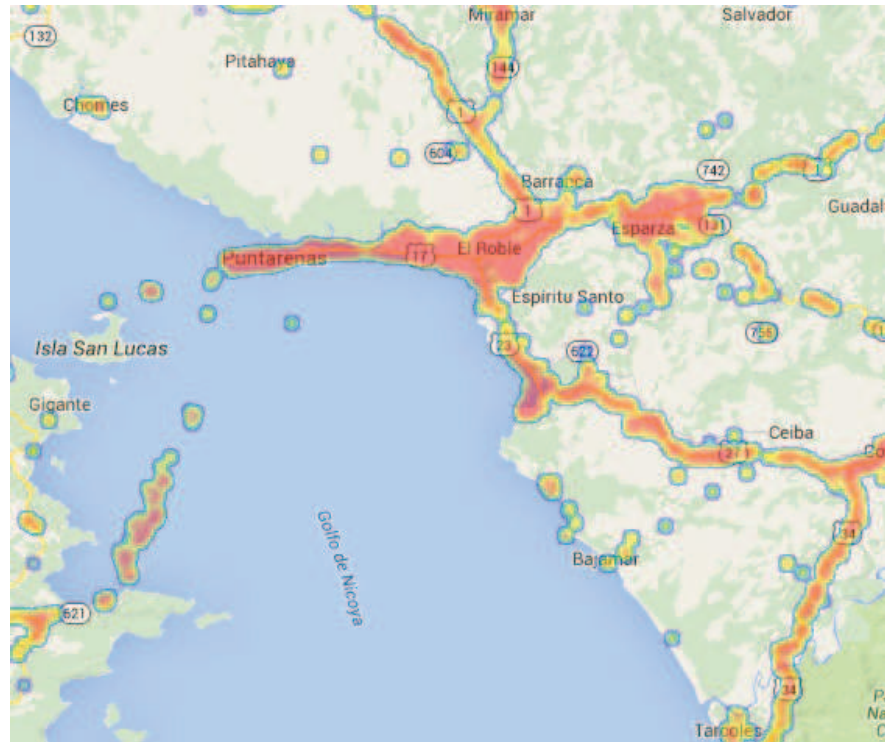
La costa del Pacífico de Costa Rica se caracteriza por ser muy irregular, posee dos grandes golfos ubicados en la parte norte y sur, también presenta sistemas montañosos muy cerca de la costa, y pocas zonas con llanuras costeras.

Existen tres focos grandes de población que van desde Guanacaste en la parte norte, Puntarenas en la parte central y Golfito en la parte sur, la mayor parte se encuentra en el valle central, también posee un puerto granelero y turístico, los dos otros focos son: uno, con actividades turísticas, que sería Guanacaste y la zona sur, que se caracteriza por actividades agrícolas y turismo. Puntarenas es el puerto, más importante de la costa, se caracteriza por ser una pequeña lengüeta que está rodeada por el océano pacífico y detrás, por un estero y manglares, solo posee un acceso, la salida terrestre y su elevación no supera los 3 metros sobre el nivel del mar, por ello es una de las primeras zonas donde se debería de implementar el sistema SAE; también posee poblados cercanos como lo son Barranca, que aunque se encuentra más elevada que Puntarenas, posee la desembocadura del río de su mismo nombre, que en caso de un tsunami subiría el agua, por ella y por lo que también se podría ver afectada por este tipo de fenómeno natural.

#### **Sismógrafos y boyas marinas**

No existe ningún sistema de boyas marinas en el océano Pacífico costarricense, ni cerca de costa ni mar adentro, por lo que no se pueden obtener datos en





**Figura 2.** Cobertura de red móvil Pacífico Central

caso de un tsunami, existió un plan de instalar una boya en la isla del Coco, pero nunca se desarrolló, por lo que esta investigación representa un gran reto para nuestro país. En el caso de sismógrafos, sí existen varios instalados en la plataforma continental, estos recolectan toda la información relacionada a eventos cercanos a la costa, pero no pueden medir si ocurre o no un tsunami.

### **Condición de la infraestructura móvil**

En lo que respecta a infraestructura móvil, la costa del Pacífico se encuentra con niveles de cobertura y calidad muy aceptables, en los principales centro de población. Son pocas las zonas que están fuera de esta área de cobertura, y la gran mayoría de estos sitios, son muy despoblados. En caso específico de la ciudad de Puntarenas, existe una cobertura del 98 por ciento de toda la población, por parte de los 3 operadores de telecomunicaciones ICE, Movistar y Claro. ver figura 1:(opensignal, 2015)

### **Planes de evacuación**

En toda la costa Pacífica de Costa Rica, no existe ningún tipo de plan evacuación o alerta para un fenómeno como un tsunami. Lo que hay son comités de emergencias para otro tipo de desastres; además se carece de sirenas o señalización, para rutas de evacuación o sitios seguros donde puedan ir la población, en caso de un evento. Puntarenas es el centro de población más importante de toda la costa, posee otro gran problema para realizar una evacuación, ya que tiene solo una ruta de entrada y salida, por lo que se podría producir un gran caos a la hora de ejecutar un desalojo programado. (GSMA, 2015)

### **Propuesta**

Como primera etapa se recomienda asesorar a todos los comités de emergencias que existen desde la península de Santa Elena hasta Punta Burica, después de esto se debería de rotular y demarcar las zonas adecuadas donde los pobladores puedan estar seguros, también sería necesario dar charlas a los ciudadanos, sobre qué se debe de hacer en una situación de este tipo. Una vez desarrollados estos puntos se debe de informar a los diferentes operadores de telefonía móvil, que empiecen a adaptar su radio bases para el uso de Cell Broadcast, mediante el estándar TS 48, el cual es recomendado por la 3GPP. Igualmente se debe de dar charlas a las personas de las comunidades costeras donde se les explique en qué consisten las alertas.

Superada esta etapa se debe de empezar con las pruebas de equipos, tanto de usuarios final como de radio bases, los usuarios deberán de recibir un mensaje de prueba indicando que dicho mensaje es con ese fin. Se recomienda realizar pruebas por polígonos y después pruebas a nivel total de todos los usuarios de la costa, todo esto con el fin de estresar la red y conocer si existen puntos de falla en esta y corregirlos. Se deben de manejar dos tipos de mensajes en caso de un evento real, la primera deberá de ser a nivel de toda la costa, donde se informe a la ciudadanía que hay una advertencia de tsunami, para que tome las precauciones del caso, el siguiente mensaje es aquel que indica el tiempo aproximado para el impacto y la zona de mayor afectación. Los focos con mayor población, como el caso de Puntarenas centro, la cual debería ser de las primeras zonas, donde se empiece a trabajar este proyecto, tanto por su importancia económica, como por la gran cantidad de población que hay que desplazar a zonas seguras. En esta ciudad se recomienda la instalación de sirenas de alerta y rutas de evacuación muy bien demarcadas y señalizadas, para que la población no tenga problemas a la hora de evacuar la zona que va ser afectada. Para el caso del hospital Monseñor Sanabria, se recomienda crear todo un plan que se adapte a las necesidades de dicho centro, esto se deberá de coordinar con la Caja Costarricense del Seguro Social.

### **3.3. Proceso de recolección, análisis y difusión de mensajes**

#### **Recolección**

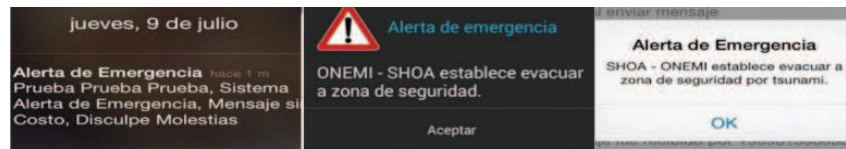


Figura 3. Funcionamiento del sistema de boyas marinas en Chile

El proceso de recolección de datos, se obtiene mediante boyas marinas que se encuentran distribuidas en diferentes zonas oceánicas, la información se recolecta mediante sensores que miden la altura a la cual se levanta una pesa o anclaje, en el suelo marino, el sensor manda la información a un equipo en la superficie, que mediante un enlace de microondas con un satélite envía los datos a una central en tierra, donde en forma respectiva, hace el análisis y procesamiento. Ver Figura 3: (GSMA, 2012)

### Análisis

Una vez que los datos llegan al centro de análisis se procesan de inmediato, la información brindada por las boyas, permite conocer la velocidad, trayectoria y la altura de la ola, así como el frente de ola y velocidad del viento. Con base en estos datos se define si se envía la primera alerta de emergencia para toda la costa del país, si los datos son correctos se procede. Después de esto, se analizan toda la información de boyas que se encuentran más cerca de la costa, con estos datos se puede definir con gran precisión, el área más afectada por el tsunami y de esta manera, se podrá alertar del tsunami, sólo a los pobladores de la zona que va a ser muy destruida.



**Figura 4.** Mensajes que se envían a los usuarios proporcionada por Ing. Jose Miguel Bastias

### Difusión de mensajes

La difusión del mensaje se realiza mediante el uso de la tecnología y equipos del Cell Broadcast, la información analizada en el centro de datos es enviada mediante fibra óptica al centro de destrucción móvil. En este equipo se define el área geográfica o polígono de red, al que se envía todos los mensajes de alerta. Una vez que la información pasa el centro de distribución móvil, se envía al Controlador de Cell Broadcast, que se encarga de la disseminación del mensaje, el Controlador de Cell Broadcast, se comunica con la estación base central, y así mismo, se notifica a todas las estaciones base de transmisión y éstas envían los mensajes a todos los usuarios de esta área o celda. Ver Figura: 4

### Propuesta Arquitectura



*MSC: Centro de distribución móvil, BSC: Estación base Central, BTS: Estación base de Transmisión, CBC: Controlador de Cell Broadcast.*

**Figura 5.** Infraestructura propuesta para Costa Rica. Hecha por los integrantes de este trabajo basada en imagen enviada por Ing. Jose Miguel Bastias

1. Solicitar a los proveedores la adquisición de equipos de controladores de Cell Broadcast, esto para el correcto funcionamiento de la distribución de los mensajes, No es necesario que todas las antenas tengan este vigilante, basta con tener uno, que rodee las 10 antenas. Si la geografía del lugar no permite un solo controlador para 10 antenas, se deberían de usar un mínimo de 2 controladores para las 10 antenas, antes mencionadas. Ver Figura 5
2. Verificar que las radio bases tengan habilitado los protocolos de Cell Broadcast, particularmente el TS 48.049 estándar de la 3GPP 3GPP Tecnologic . (2014). Tecnología 3GPP. 2015 (3GPP, 2015), esto debido a que si en las radiobases no están habilitados, este protocolo en específico, el controlador del Cell Broadcast no va a ser capaz de la distribución de la alerta, ya que en forma desinteresa, esta utiliza este protocolo.
3. Analizar la interconexión e interacción entre los diferentes equipos de la red móvil, con los usuarios finales. Las antenas de los diferentes proveedores de servicios actuales (Telefonica Movistar , América Móvil Claro, Grupo ICE) deben de estar interconectados por la itinerancia de datos, para que la distribución de mensajes se dé adecuadamente, y se le pueda transmitir a toda la población afectada.
4. Adaptar la tecnología de Cell Broadcast a la mayoría de terminales en el mercado, no todos los celulares tienen activas esta tecnología, debido a esto dicha alerta deberá de transmitirse en dispositivos Android, a partir de la versión de software 2.1, Apple versión de software 1.0 y Windows Phone software 7.0.0. Hasta las versiones actuales de cada una de ellas deberían de ser capaces de recibir la alerta, sin ningún problema y eso representa alrededor de un 95 por ciento de la población actual.

#### 4. Conclusiones

La importancia que tendría el sistema SAE para Costa Rica, debido a que el país está rodeado de costas, como Pacífica y Atlántica. Inversión que debe de tomar el Estado para la implementación del sistema como la infraestructura para un centro de recolección de datos, desde boyas hasta el asesoramiento del personal, que va a administrar esta información. Cell Broadcast es una de las opciones más viables para alertar a la población, debido a la funcionalidad del protocolo, para la distribución y la rapidez con la que se transmite.

#### 5. Recomendaciones

- Asesorar los comités de emergencia que se encuentren en las zonas costeras.
- Señalar las rutas de evacuación, distancias entre ellas, y lugares con zonas seguras.
- Inversión del Gobierno de la República, para al menos 3 filas de Boyas Marinas, en ambas costas para la detección a tiempo de posibles tsunamis.
- Verificar que las radio bases tengan habilitado los protocolos de Cell Broadcast en especial el TS 48.049 que es el que utiliza el Cell Broadcast para dicha transmisión.

- Hacer las pruebas necesarias para un correcto uso de las alertas móviles.

## 6. Limitaciones

Durante el desarrollo de esta propuesta se presentaron varias limitaciones, entre ellas están que no existe un marco legal que obligue a los operadores de telefonía móvil a adquirir los equipos de controladores de Cell Broadcast. Otra limitación dentro del proyecto es la poca coordinación que hay entre los diferentes organismos del estado, como por ejemplo: la Comisión Nacional de Emergencia (CNE), el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica ( OVSICRI ). Y por último, no se encuentra mucha información en libros o internet, la información obtenida fue a través de organismos internacionales, como la GSMA y el gobierno de Chile.

## Referencias

- 3GPP. (2015, nov). *Base station controller - cell broadcast centre (bsc-cbc) interface specification; cell broadcast service protocol (cbsp)*. Descargado de <http://www.3gpp.org/DynaReport/48049.htm> pages 14
- chile, S. (2014, jan). *Onemi y subtel presentan sistema de alerta de emergencia para celulares (sae)*. Descargado de <http://www.subtel.gob.cl/onemi-y-subtel-presentan-sistema-de-alerta-de-emergencia-para-celulares-sae/> pages 1
- ETSI. (2010). *European public warning system (eu-alert) emergency communications (emtel); using the cell broadcast service* (Inf. Téc.). Autor. pages 5
- GSMA. (2012, jan). *Sistemas de alertas públicas en redes móviles y el auge de la transmisión móvil (Movil)*. Autor. pages 1, 12
- GSMA. (2015, jan). *Disaster response dawn - dialog's disaster and emergency warning network* (Inf. Téc.). pages 10
- one2many. (s.f.). *Displaying cell broadcast messages* (Red moviles). pages 4
- one2many. (2012). *Cell broadcast emergency alerts* (Inf. Téc.). (<http://www.one2many.eu>) pages 2
- one2many the leading cell broadcast company. (2014). *(advanced)sms vs. cell broadcast in wireless emergency alerts* (Red moviles). pages 3
- opensignal. (2015, dec). *Compare coverage; calidad de la cobertura en la costa de limón*. Descargado de <http://opensignal.com/> pages 7, 9
- Toro, B. (2014, apr). *Sistema de alerta de tsunami: ¿cómo funciona?* Descargado de <http://www.guioteca.com/tecnologia/sistema-de-alerta-de-tsunami-como-funciona/> pages 2