

# SISTEMAS INTERMEDIOS DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA PARA SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA

**Autor: Miguel Aréstegui - Soluciones Prácticas**

[Junio 2018]

## Introducción

Usando nuevas tecnologías de la comunicación, *software* y *hardware* libres, con un enfoque participativo y en coordinación con las autoridades y la población, para mejorar Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones y deslizamientos se puede incidir en trabajo de prevención de desastres y en la gestión del riesgo.

Este documento presenta la experiencia piloto realizada por Soluciones Prácticas en alianza con la municipalidad de Lurigancho-Chosica, Lima, Perú, sus autoridades locales, la cooperación para el desarrollo y las instancias relacionadas del gobierno nacional.



Foto 1. Primera versión de una estación de monitoreo instalado en Chosica, Lima - Peru.

## Palabras clave:

Sistema de alerta temprana, tecnologías resilientes, Inundaciones y peligros asociados, Prevención, Gestión del riesgo, Monitoreo, Arduino, Raspberry.

Para mayor información,  
visite: [infoinundaciones.com](http://infoinundaciones.com)

Responsable de proyecto: Emilie Etienne  
[emilie.etienne@solucionespracticas.org.pe](mailto:emilie.etienne@solucionespracticas.org.pe)

## Problemática

Entre las medidas no estructurales para evitar pérdidas de vidas ante inundaciones y deslizamientos de tierra destacan los Sistemas de Alerta Temprana (SAT). Un SAT puede definirse como el conjunto de medidas y capacidades necesarias para generar y diseminar información útil y oportuna que permita a las personas amenazadas se preparen y actúen apropiadamente, con suficiente tiempo para reducir la posibilidad de daños o pérdidas (UNISRD, 2009).

Para ser efectivo debe abarcar 4 componentes que funcionen de manera articulada: (1) conocimiento del riesgo, (2) monitoreo y alerta, (3) difusión y comunicación, y (4) capacidad de respuesta. Sin embargo, los SAT tienen a veces un impacto limitado, que se origina frecuentemente por separar los aspectos tecnológicos, comunitarios y organizacionales, especialmente en los componentes 2 y 3.

Esta segmentación puede originar problemas, como falta de información hidrológica útil, su distribución a destiempo, falta de canales de comunicación entre entidades de respuesta. Por otro lado, las estaciones de monitoreo climático suelen tener altos costos de compra y mantenimiento, resultando en una cantidad insuficiente de estaciones instaladas para lograr un monitoreo en todo el territorio.

En este documento, se presenta una solución tecnológica para responder a este tipo de problemas, buscando articularla con los aspectos comunitarios y organizacionales.

## Pasos

### **Paso 1. Identificación preliminar de los riesgos de inundaciones y deslizamientos, y de las áreas críticas para implementar un Sistema de Alerta Temprana.**

El primer paso consiste en la identificación de las necesidades y fortalezas recopilando tanto la información técnica como los conocimientos locales sobre los riesgos de inundaciones y deslizamientos, en otras palabras, el análisis de peligros, vulnerabilidades y capacidades. Esta identificación debe realizarse de manera integrada al trabajo de fortalecimiento comunitario con metodologías participativas. En el caso de estudio presentado en la sección siguiente, una de las áreas más críticas identificadas, y que podía ser abordada por una solución tecnológica, fue la de información climática. Se encontró que existían variables que no estaban siendo medidas, áreas que no estaban siendo monitoreadas, que faltaban procesar datos, que los eventos máximos históricos estaban registrados en la memoria colectiva pero con pocos datos robustos. Estos problemas se pueden resolver con soluciones tecnológicas, por lo que el paso 2 consistió en mapear los diferentes tipos de tecnologías disponibles hoy en día.

### **Paso 2. Mapeo de las soluciones tecnológicas para resolver el problema identificado en el paso 1**

En los últimos años, se han abierto nuevas posibilidades de tecnologías con alcance masivo, de bajo costo y abiertas. Por un lado, el uso masivo de las tecnologías de la comunicación ha resultado en una conectividad casi total, lo que abre la posibilidad para una comunicación directa, a tiempo real, entre diversas organizaciones y con las personas más vulnerables, usando por ejemplo la red celular (GPRS), redes inalámbricas, o sistemas de radiofrecuencia (RF).

Por otro lado, los desarrollos de las comunidades de *software* y *hardware* libre permiten lograr herramientas tecnológicas de costos accesibles y la libertad para adaptarlas a contextos específicos, lo que nos permite diseñar sistemas según las necesidades locales. Unos ejemplos son las impresoras 3D, los microcontroladores y microcomputadoras de bajo costo como Arduino y Raspberry Pi, o las plataformas web.



Foto 2. Versión actual de una estación de monitoreo.

Una vez identificadas tanto las brechas para llegar a un Sistema de Alerta Temprana efectivo (paso 1) como las posibilidades tecnológicas (paso 2), el paso siguiente consiste en diseñar soluciones apropiadas.

### **Paso 3. Diseño de estaciones de monitoreo que respondan a las necesidades, a partir de las soluciones tecnológicas identificadas**

En primer lugar, se planteó la necesidad de estaciones de monitoreo, idealmente modulares y de bajo costo: ya sea para medir variables que no están siendo medidas o cubrir áreas no monitoreadas con variables hidro-meteorológicas convencionales. Segundo, se planteó articular estas estaciones a un sistema de información climática que maneje y procese datos, además de compartir la información procesada entre las autoridades, incluso los niveles de alerta entre autoridades locales y población vulnerable.

A partir de ello, se desarrolló un sistema de información climática denominado *Qawaq* (“el que mira” en quechua) como soporte tecnológico para SATs frente a huaicos e inundaciones.

Algunos detalles técnicos de la versión actual de *Qawaq* describen su funcionamiento bajo el paradigma del Internet de las Cosas. Para el recojo y envío de datos utiliza una Red inalámbrica de sensores (WSN), controlada por microcontroladores y microcomputadoras de bajo costo como Arduino y Raspberry Pi y conectada mediante la red celular (GPRS) y enlaces locales mediante módulos de Radiofrecuencia (RF). Para la gestión de datos e información utiliza una serie de plataformas web gratuitas, algunas de ellas de código abierto que permiten la comunicación bidireccional entre estaciones y las personas responsables, ya sean funcionarios del gobierno local o líderes comunitarios, además de plataformas convencionales de mensajería instantánea como WhatsApp o Telegram. Finalmente, para la comunicación de los avisos, alertas y alarmas se utiliza tanto la plataforma web como la red móvil vía SMS.

Para el diseño físico de las estaciones, se puede usar impresión en 3D para las cubiertas de sensores. Además, el uso de paneles solares proveen independencia del suministro eléctrico, que debería ser un requisito ya que suele tener dificultades durante desastres.



Figura 1. Pasos del Sistema de alerta temprana

En conclusión,

- Es fundamental un enfoque que vea al SAT como proceso social que abarca aspectos técnicos para evitar el error común de pretender que un sistema de monitoreo sea suficiente; es indispensable que implique de manera efectiva a las personas vulnerables y que integre a las diversas instituciones técnico-científicas y de gobierno.
- Otro enfoque importante a considerar es el de trabajar con tecnologías apropiadas, ya sea desarrollarlas, adaptarlas o gestionarlas, y que respondan a las necesidades de las personas más vulnerables.

Para conocer otras experiencias que utilizan herramientas tecnológicas similares en otros rubros o contexto, se sugiere revisar la estación meteorológica oficial de Raspberry Pi para la enseñanza de programación en colegios, la estación meteorológica UCAR-USAID para países en desarrollo (Kucera & Steinson, 2017) probada en lugares de África y Centroamérica, los Observatorios Virtuales Ambientales (EVO, por sus siglas en inglés) aplicados también para alerta temprana en el proyecto Landslide EVO que lidera el Imperial College London (Paul et. al 2017), los equipos de monitoreo del nivel de lagunas glaciares del INAIGEM (INAIGEM, 2017), entre otros. Estas experiencias pueden servir de referencia para ser replicadas o adaptadas en otros ámbitos.

## Como ayudar a elaborar la resiliencia: Estudio de caso

Soluciones Prácticas desarrolló el sistema de información climática *Qawaq* como parte del SAT frente a inundaciones y huaicos<sup>1</sup> en el distrito de Lurigancho-Chosica desde el año 2017. Estos fenómenos son muy frecuentes

1 Nombre local para una serie de fenómenos como flujos de detritos y deslizamientos

en el Perú: se estima que un 30%<sup>2</sup> de la población se encuentra en niveles de muy alta y alta susceptibilidad ante estos fenómenos. Además, en muchos casos los huaicos incrementan los caudales de los ríos, acoplado los dos fenómenos. Los impactos indirectos que generan, como el corte de carreteras, perjudican el abastecimiento de alimentos y flujos comerciales a grandes ciudades. Este riesgo debe gestionarse con diversas medidas, desde infraestructura de mitigación hasta acciones de preparación y respuesta como los SAT.

Tras el análisis de los riesgos y de las áreas críticas, se decidió cubrir áreas no monitoreadas y variables no medidas previamente: medir la precipitación por quebrada y la saturación del suelo; y tomar registro visual. Algunas de las estaciones de monitoreo fueron instaladas en techos de las casas de voluntarios comunitarios, otras en zonas altas de las laderas. Por la cobertura total de la red celular y disponibilidad de smartphones, este fue el medio de comunicación.

Entre los resultados durante la temporada de lluvias 2017, el más resaltante fue la articulación que se dio entre el conocimiento local con el técnico-científico. Se implementó un monitoreo con una resolución temporal muy fina (data por minuto en vez de por hora) en base a sugerencias locales, que ha probado ser adecuado para las variables utilizadas y los métodos de análisis actuales. Al ser un desarrollo propio, hacer esta adaptación fue sencillo y sin costos adicionales, pues solo requirió cambiar parte del código de las estaciones.

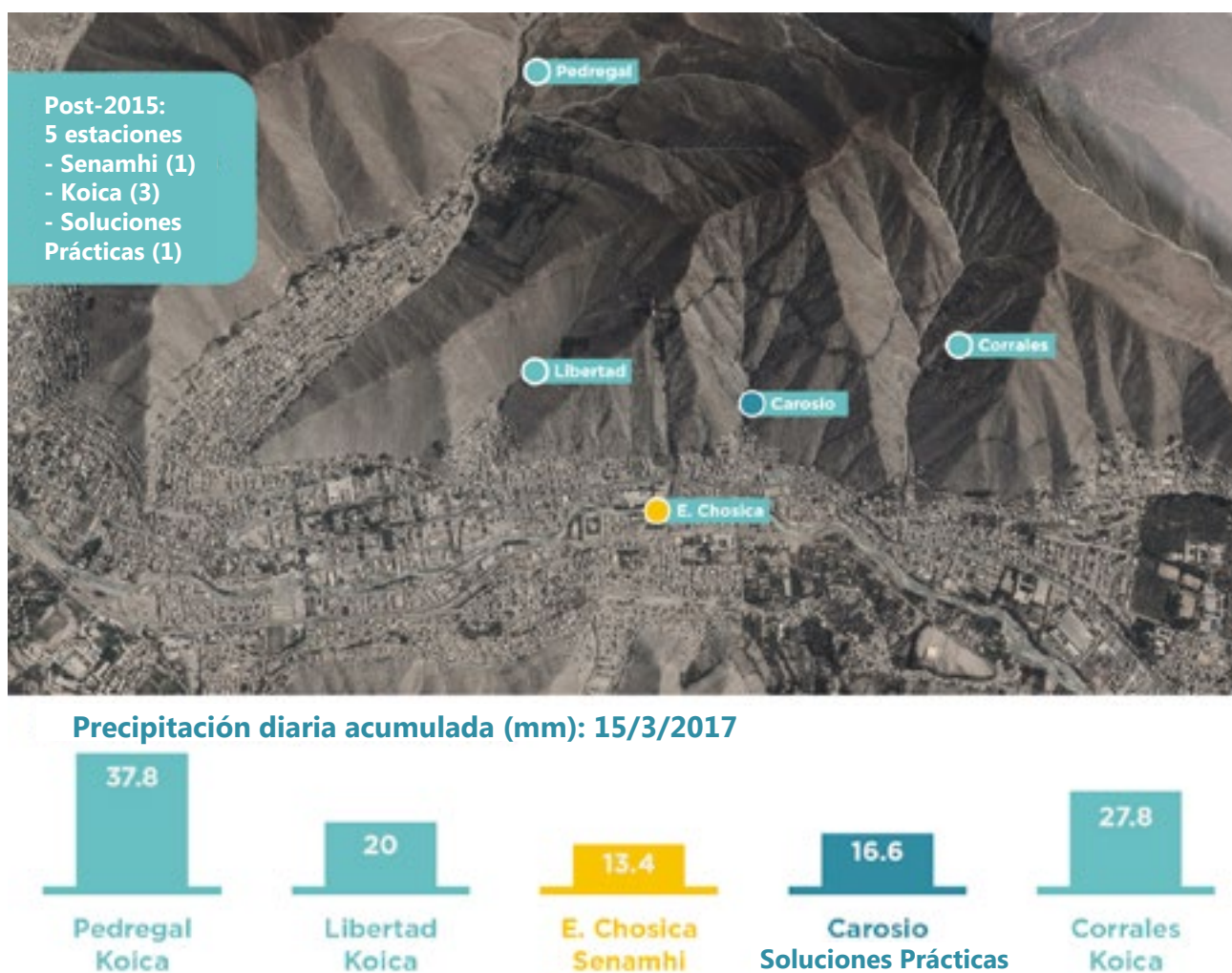


Figura 2. Ubicación de las cinco estaciones en Chosica y la diferencia de sus medidas.

2 Fuente: Escenario de Riesgos ante la temporada de lluvias 2017-2018, CENEPR ED



Fotos 3 y 4. Primera versión de una estación de monitoreo instalada en Chosica, Lima - Peru.

Por otro lado, se firmó un acuerdo de colaboración con la Agencia KOICA<sup>3</sup>, que junto con el Instituto Nacional de Defensa Civil, instalaron una red de estaciones de alta tecnología en quebradas cercanas. Este acuerdo nos permitió verificar las ventajas de monitorear cada quebrada y la utilidad de nuestros equipos como complemento a equipos de alta tecnología, pues ofrecen una precisión suficiente para la toma de decisiones. Actualmente se vienen preparando propuestas para extender esta experiencia con apoyo del estado o de la cooperación internacional.

Esta solución tecnológica aporta a la implementación de un SAT, pero no es autosuficiente. Se necesitan procesos que apunten a la capacidad de respuesta comunitaria, a la coordinación entre entidades oficiales y locales, entre otros. Por eso, parte del proceso comunitario implicó la conformación de brigadas, que elaboraron pluviómetros artesanales de muy bajo costo (S/ 10 o USD 3), aportando al monitoreo técnico. Además, se conformó la Red de Líderes Resilientes de la cuenca del Rímac, que se articuló al SAT como un canal de comunicación adicional de mayor alcance al comunitario o un distrital.

Es importante notar que estos procesos no deben ser paralelos sino articulados. Solo de esta manera la implementación de un SAT, que aislado pertenece a una componente de la gestión del riesgo de desastres, puede aportar a la resiliencia comunitaria.

## Costo de la solución basada en el estudio de caso\*

Componentes	USD
Estructura de soporte	100
Raspberry Pi (microcomputadora)	55
Sensores	15
Filamentos para impresión 3D	60
Sistema fotovoltaico	80
Transmisión de información	20/mes
<b>Total aproximado</b>	<b>330</b>

\* Formato de tabla de costos basado en Kucera y Steinson (2017)

## Referencias

Kucera, P. A., & Steinson, M. (2017) *Development of Innovative Technology to Provide Low-Cost Surface Atmospheric Observations in Data-sparse Regions*.

INAIGEM (2017) Boletín INAIGEM, Año II, N°3.

UNISDR (2009) UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction.

Paul, J. D., Buytaert, W., Allen, S., Ballesteros-Cánovas, J. A., Bhusal, J., Cieslik, K., ... Supper, R. (2017). *Citizen science for hydrological risk reduction and resilience building*.

3 En el marco del proyecto "Implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante Deslizamientos y Huaicos en las Quebradas de La Libertad, Pedregal y Corrales en la Municipalidad de Lurigancho Chosica", ejecutado por la Agencia de Cooperación Internacional de Corea-KOICA



**Soluciones Prácticas** es miembro del Programa Global de Resiliencia frente Inundaciones del Grupo Zurich, una alianza multisectorial enfocada en apoyar comunidades en países desarrollados y en vía de desarrollo fortaleciendo su resiliencia ante los riesgos de inundaciones.

Más información en:

[www.zurich.com/en/corporate-responsibility/flood-resilience](http://www.zurich.com/en/corporate-responsibility/flood-resilience)

[www.infoinundaciones.com](http://www.infoinundaciones.com)

#### **Oficina regional para América Latina**

Avenida Arequipa N° 4499, Miraflores, Lima, Perú

Teléfono: (51-1) 441-2950

Correo electrónico: [info@solucionespracticas.org.pe](mailto:info@solucionespracticas.org.pe)

[www.solucionespracticas.org](http://www.solucionespracticas.org)