

DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA A UN SOAAARAM: LA EVOLUCIÓN DE UNA HERRAMIENTA FUNDAMENTAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO DE DESASTRES

Mauricio Norman Saldívar
msaldivar@msaldivar.com

Agencia Hidrometeorológica, Municipalidad de La Plata

RESUMEN

La trágica inundación del 2 de abril de 2013 en la Ciudad de La Plata, que afectó a casi un tercio de su población en forma directa y puso en evidencia la falta de un adecuado Sistema de Alerta Temprana (SAT) para una ciudad que presenta una notoria vulnerabilidad a eventos hidrometeorológicos, pero que además se encuentra expuesta a otras amenazas naturales y antrópicas. Por ello, entre otras medidas estructurales y no estructurales post desastre, se puso en marcha un Plan de Acción Inmediato para la Reducción del Riesgo de Desastre Hidrometeorológico que incluía desde medidas de rápida implementación y bajo costo, a medidas de más largo aliento y costos que requieren de financiamiento externo.

En este trabajo se señalarán algunas de esas medidas que hacen a la Gestión Integral del Riesgo de Desastres, especialmente aquellas relacionadas con la implementación de un Sistema de Observación, Alerta, Advertencia, Alarma y Respuesta para Amenazas Múltiples en la Ciudad de La Plata (SOAAARAM LP).

ABSTRACT

The tragic flooding of April 2, 2013 in the City of La Plata highlighted the lack of an adequate Early Warning System (EWS) in a city that has a notorious vulnerability to hydrometeorological events, but also exposed to other natural and man-made hazards. Therefore, among other structural and non-structural post disaster measures taken, an immediate action plan for Hydrometeorological Disaster Risk Reduction was implemented. This plan consisted from low cost measures and rapid deployment actions, till longest and expensive actions and measures that require external funding.

This paper will point out some of these measures that contributed to Disaster Risk Management, especially those related with the implementation of a SOAAARAM (in Spanish: Sistema de Observación, Alerta, Advertencia, Alarma, y Respuesta para Amenazas Múltiples; in English: "Observation, Alert, Warning, Alarm and Response System for Multiple Threats") for the City of La Plata.

Palabras clave: inundación, gestión, riesgo

1) INTRODUCCIÓN

La natural variabilidad del tiempo y el clima, sumada al cambio climático global, impacta en diferentes escalas sobre la productividad y la calidad de vida de los platenses, castigando especialmente a las poblaciones más vulnerables, aquellas más expuestas al riesgo de sufrir la materialización de una amenaza natural (ya sea de origen atmosférico, hidrológico, geológico o una combinación de ellos) o antrópica.

En tal sentido, la Estrategia Internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres (EIRD), un organismo especializado de Naciones Unidas, define a desastre como una *"Interrupción seria del funcionamiento de una comunidad o sociedad que causa pérdidas humanas y/o importantes pérdidas materiales, económicas o ambientales; que superan la capacidad de la comunidad o sociedad afectada para hacer frente a la situación utilizando sus propios recursos."*

Un desastre es función del proceso de riesgo. Resulta de la combinación de amenazas, condiciones de vulnerabilidad e insuficiente capacidad o medidas para reducir las consecuencias negativas y potenciales del riesgo.” (ONU/EIRD, 2004).

Por su parte, el Centro de Investigación sobre Epidemiología de los Desastres (CRED) define a un desastre como una ***“situación o evento que sobrepasa la capacidad local de respuesta, necesitando asistencia nacional o internacional, un evento imprevisto y a menudo repentino, que causa gran daño, destrucción y sufrimiento humano”*** (Guha-Sapir, Hoyois y Below, 2014). CRED define dos categorías genéricas para los desastres: naturales y tecnológicos (antrópicos).

El Marco de Acción de Hyogo (MAH) es el instrumento global de referencia para la implementación de la reducción del riesgo de desastres. Adoptado por 168 Estados miembros de las Naciones Unidas en la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres que se celebró en Hyogo, Japón, en 2005, en el MAH se identificaron cinco (5) áreas de prioridad para el período 2005-2015, siendo la segunda prioridad de la lista el ***“Identificar, evaluar y vigilar los riesgos de desastres y potenciar la alerta temprana”*** (EIRD, 2005). Un riesgo se vuelve desastre si la población bajo amenaza no puede hacerle frente. Una comunidad sin alertas tempranas presenta una mayor vulnerabilidad.

La ciudad de La Plata y el Gran La Plata presentan una notoria vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos severos, que se ve reflejada en el impacto que producen los mismos en la calidad de vida de sus habitantes, con inundaciones y anegamientos de espacios públicos y privados. En el Gran La Plata el problema de las inundaciones es resultado de la confluencia de tres factores: las precipitaciones (sobre todo cuando se producen con gran intensidad), las napas freáticas que han aumentado su presión hacia arriba por haberse elevado y la sudestada que provoca la crecida de los ríos (Scarpati y Benitez, 2005).

En base al análisis de datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y periodísticos del diario El Día de La Plata sobre las inundaciones en esta la ciudad entre 1971 y 2000, se obtiene que entre 1971-1980 se registraron 25 inundaciones; en la década siguiente se duplicaron y durante la década 1991-2000 se han verificado 78 eventos de inundación (Scarpati y Andrade, 2004)

Un dato interesante a tener en cuenta es que hasta que se popularizó el uso de estaciones meteorológicas on-line en los últimos diez años, muchos de los eventos de inundación para los cuales se consideraban sólo los datos oficiales del SMN - Aeródromo La Plata, obtenidos por pluviómetros debidamente contrastados y calibrados, se consideraba como un factor probable como causal de inundación los niveles de las napas freáticas, como se mencionó precedentemente, aunque sin datos objetivos que lo confirmaran.

Eventos como el del 28 de febrero de 2008 (1:20 h con una intensidad de precipitación promedio de 90 mm/h) y del 13 de diciembre de 2014 (120 mm en 1:30 h) en Villa Elisa y los del 27 de enero de 2002 (75 mm/h durante 1:20 h) y el del 2 de abril de 2013 (226 mm en 2 h, 307 mm en 4 h) en la ciudad de La Plata, indican una gran variabilidad espacial de la intensidad de las precipitaciones que explican por sí solas, los anegamientos a los que se ven sometidos sus habitantes.

El 2 de abril de 2013, la región del Gran La Plata (comprendida por los partidos de Berisso, Ensenada y La Plata) pero en especial la Ciudad de La Plata, sufrió la peor inundación de su historia. Una serie de tormentas extraordinarias generaron acumulados de precipitación que oscilaron entre los 196 mm (registrados en la estación meteorológica del SMN - Aeródromo La Plata) y los 398 mm (registrados en la estación meteorológica de la UNLP – Observatorio) en menos de 24 horas, de los cuales casi un 95% se acumuló en menos de 7 h. Como consecuencia de ello, se excedieron las capacidades de los arroyos en cuyas cuencas se asienta fundamentalmente la Ciudad de La Plata, anegando amplias zonas de la ciudad, afectando unas 3.100 hectáreas ubicadas

en la zona urbana de las cuencas de los arroyos del Gato y Maldonado (Amarilla et al., 2013). Casi un 35 por ciento de los hogares platenses sufrieron directamente la inundación, con ingreso de agua en su vivienda, daños en sus vehículos o en sus lugares de trabajo. El total de daños, según estimó la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de La Plata, ascendió a más de 3.400 millones de pesos (Tetaz y Alzúa, 2013).

Fue este desastre el que puso al descubierto que la ciudad y la región no cuentan con un adecuado y eficiente Sistema de Alerta Temprana, entre otras falencias. A medida que los fenómenos meteorológicos se vuelvan más extremos y frecuentes a causa de la variabilidad natural del tiempo y el clima o como consecuencia del cambio climático (IPCC, 2013), aumenta la necesidad de una adecuada Gestión del Riesgo de Desastres, la que debe disponer de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) pero que no sirva sólo para anticipar la probable materialización de una amenaza de origen natural o antrópica, sino que permita interactuar con los responsables de la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIRD) en todas sus fases: preparación, mitigación, respuesta y recuperación.

En ese sentido y a menos de dos meses del desastre, el gobierno municipal presentó un plan de más de 40 obras, acciones y medidas estructurales y no estructurales tendientes a disminuir la vulnerabilidad de la ciudad ante eventos hidrometeorológicos. Una de las medidas no estructurales fue la creación de un Sistema Local para la Gestión del Riesgo Hídrico dependiendo de la Agencia Hidrometeorológica (AHM) creada al efecto en mayo de 2013, funcionando bajo la órbita de la Secretaría de Prevención y Atención del Riesgo, también creada después del 2 de abril.

2) ACCIONES GIRD LLEVADAS A CABO POR LA AHM

La primer acción efectiva llevada a cabo por la AHM ha sido la de elaborar en forma diaria, pronósticos a 7 días, dirigidos a la GIRD y a los tomadores de decisión de nivel político. En tal sentido, se mantiene un plantel de tres meteorólogos pronosticadores trabajando en forma permanente y remota, efectuando la vigilancia meteorológica sobre la zona de interés, que abarca la ciudad de La Plata y el Gran La Plata. Esos pronósticos además son divulgados en los medios y replicados en los diversos canales de las redes sociales con los que cuenta la municipalidad, entre ellos Twitter y Facebook. En Twitter, la cuenta @ClimaMLP es la que tiene mayor cantidad de seguidores en Argentina entre los organismos (no individuos) que brindan información meteorológica.

En Agosto de 2013 se lanzó la RedCOPP: Red Colaborativa de Observadores Pluviométricos Platenses, una red de observación voluntaria de precipitación. Se adquirieron pluviómetros de plástico como el representado en la **Figura 1**, distribuyéndose gradualmente en forma gratuita más de 50 de ellos entre entidades civiles y ONG que adhirieron voluntariamente al programa. Este proyecto tuvo desde su origen una doble



Figura 1: Pluviómetro Red COPP

finalidad: ampliar la capacidad de obtención de datos de precipitación para entender mejor la distribución de las precipitaciones, y “activar” a los ciudadanos, involucrándolos en actividades relacionadas con la mitigación del riesgo de desastres. Uno de los efectos buscados con este programa, es crear conciencia sobre la intensidad de las precipitaciones y sus efectos, ya que la capacidad del pluviómetro (390 mm) es similar a la precipitación total acumulada el día 2 de abril de 2013 (398 mm). De la comparación con la lluvia caída en cada evento posterior, el ciudadano se forma una idea más cabal de lo extraordinario que fue ese evento, contribuyendo así a disminuir la

ansiedad o temores de aquellos afectados por el desastre ante cualquier precipitación. En el curso de 2015 se ampliará su participación a más platenses y la carga manual de datos vía web. También se dispondrán de pluviómetros en los diferentes Centros Comunales y de Salud dependientes de la municipalidad, con lo que se obtendrán observaciones más regulares.

Se implementó un Sistema de Niveles de Atención del Riesgo por Amenazas Meteorológicas (Semáforo), basado en un código de colores. Este Sistema, que se fue modificando y adaptando a las condiciones locales, complementa a un sistema de avisos y advertencias que se difunde por los medios, las redes sociales y por un sistema de mensajes SMS (texto) e IVR (voz) cuyo alcance es de 40 mil usuarios registrados de teléfonos celulares y de alrededor de 20 mil usuarios de líneas telefónicas fijas. Se emiten mensajes con textos preestablecidos, ante la probabilidad de materialización de alguna amenaza meteorológica y con al menos tres horas de anticipación.

En ese sentido, la AHM ha establecido un protocolo de para la Atención del Riesgo que consta de las siguientes fases, conforme a la Referencia de Situación de Riesgo según se indica en la **Figura 2** y la **Figura 3**:

- 1) **NIVEL: 0 – VERDE / NORMAL. Situación normal, sin acciones a tomar.**
Se emiten los pronósticos de rutina
- 2) **NIVEL: 1 – AMARILLO / RIESGO LEVE. Acciones a tomar: “Estar atentos”**
Se emiten los pronósticos de rutina más un estado de “Atención”, con actualizaciones eventuales
- 3) **NIVEL: 2 – NARANJA / RIESGO MODERADO. Acciones a tomar: “Estar preparados”**
Se emite un "Aviso de vigilancia", cuando hay condiciones favorables para que ocurra un evento meteorológico de las características señaladas en la Figura 3, pero no necesariamente éste debe ocurrir. Su finalidad es que la población tome los recaudos necesarios y esté atenta a la probable (o no) emisión de Advertencias
- 4) **NIVEL: 3 – ROJO / RIESGO ALTO. Tomar acción inmediata.**
Se emite una “Advertencia”, donde se establecen acciones inmediatas a tomar conforme a las características del evento. Es el estado último del protocolo y no es orientativo sino imperativo.

Como se puede ver, este sistema no se estableció pensando sólo en los desastres. También los episodios de menor escala, aquellos que resultan de la materialización de amenazas antrópicas o naturales evidenciados por la acumulación de eventos pequeños que ocurren con mayor frecuencia pero que por su magnitud no son considerados por las bases de datos de desastres nacionales o internacionales, suelen representar un problema serio y acumulativo de desarrollo para las áreas afectadas, con interrupción de la actividad social y económica, causando disfunciones sanitarias, sociales o degradación ambiental, disminuyendo sensiblemente la calidad de vida de los habitantes como el resultado de procesos socio-naturales asociados con una inadecuada GIRD.

Por esta razón hemos desarrollado un Sistema que conserva el rol primario asignado a los tradicionales Sistemas de Alerta Temprana (SAT) pero concebido como una herramienta fundamental para establecer una apropiada GIRD, ya sean estos de origen natural o tecnológico, y en todas sus fases: preparación, mitigación, respuesta y reconstrucción.

Por ello, el concepto del sistema implementado responde a un Sistema Integral de Observación, Alerta, Advertencia, Alarma y Respuesta para Amenazas Múltiples (SOAAARAM) para la Ciudad de La Plata, que fomentará una preparación y respuesta más eficiente por parte de las autoridades gubernamentales, de la industria, el comercio y de la población civil.

REFERENCIA DE SITUACIÓN DE RIESGO		NIVEL: 0 - VERDE NORMAL	NIVEL: 1 - AMARILLO RIESGO LEVE	NIVEL: 2 - NARANJA RIESGO MODERADO	NIVEL: 3 - ROJO RIESGO ALTO
Acción Sugerida a la Población		Situación normal: sin acciones a tomar	Estar atentos	Estar preparados	Tomar acción inmediata
IMPACTO ESPERADO	TIPO DE EVENTO	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
ACCIONES SUGERIDAS	TODO TIPO DE TIEMPO SEVERO	No se espera ningún impacto notable, pero puede haber algunos problemas menores, y puede haber alguna interrupción de eventos al aire libre	Esté atento a los más recientes pronósticos meteorológicos. Se deben esperar algunos pequeños retrasos debido a una ralentización del tráfico. Los eventos al aire libre pueden ser interrumpidos o cancelados.	Esté preparado, tome precauciones. Asegúrese el acceso a los últimos pronósticos. Esté preparado para algunas interrupciones en las rutinas diarias normales. Viaje únicamente si está bien preparado y considere tiempos de viaje más largos.	Tome precauciones y no baje la guardia. Siga las instrucciones y los consejos dados por las autoridades en todas las circunstancias. Asegúrese de acceder a los más recientes pronósticos. Espere una interrupción significativa en las rutinas diarias normales. Evite salir de su domicilio y cualquier otro movimiento no esencial.
	PRECIPITACIONES	Algunos anegamientos en zonas bajas habitualmente anegables, en calles de tierra, campos de deportes o recreativos. No hay interrupciones en el flujo normal del tránsito: sólo se aconseja manejar con precaución en áreas afectadas por pavimento húmedo o la formación de charcos.	Anegamientos localizados en zonas bajas, calles de tierra, campos de deportes o recreativos. Encharcamientos y anegamientos en puntos conflictivos conocidos, como probablemente también de un muy reducido número de hogares y negocios en zonas conflictivas identificadas. Aumento en los tiempos de viaje por interrupción de calles debido a acumulación de agua en la acera. Maneje de acuerdo a las condiciones encontradas.	Algunas inundaciones en casas, negocios y nodos o vías de transporte. Interrupción en servicios esenciales: gas, electricidad, suministro de agua, telecomunicaciones. Algunas evacuaciones pueden ser requeridas. Esté preparado para protegerse su vida y bienes.	Inundaciones generalizadas de viviendas. Interrupción severa de los servicios de transporte y de las vías de tránsito. Interrupción severa de los servicios esenciales: gas, electricidad, agua, telecomunicaciones. Evacuación mandatoria, riesgo significativo de vida. Tome medidas para protegerse a sí mismo y seguir los consejos de los servicios de emergencia.
	VIENTO	Algunos objetos no asegurados o algunas ramas pueden caer. Vientos cruzados en accesos y autopistas.	Algunas ramas o árboles son derribados. Probable interrupción localizada de calles por esta causa. Problemas localizados de vehículos altos en rutas o autopistas: conducir con cuidado. Tener en cuenta los posibles objetos que pueden ser arrastrados por el viento.	Daños generalizados a los árboles y otros objetos livianos, cartelería, tejas desprendidas de techos. Algunos daños estructurales menores gg posible. Peligro de lesiones por objetos arrastrados por el viento. Posibilidad de algunas interrupciones localizadas en calles, rutas y energía eléctrica.	Daño estructural generalizado: techos arrancados, casas móviles voladas, líneas eléctricas derribadas. Riesgos para la seguridad personal por objetos arrastrados por el viento. Interrupciones generalizadas y/o prolongadas a la energía eléctrica. Esperar una alteración generalizada del sistema de transporte debido a, por ejemplo, bloqueos por árboles caídos en calles y rutas.
	NIEBLA	Se observarán algunas nieblas no persistentes y localizadas, afectando zonas geográficas limitadas. Precaución al conducir en las zonas afectadas: puede haber algún impacto muy limitado sobre el transporte en rutas y autopistas.	Niebla densa ampliamente dispersa pero no persistente más allá de dos días. Vuelos afectados. Precaución al conducir en las zonas afectadas. Demoras.	Generalizada y densa niebla que afecta a todo el Gran La Plata, incluyendo algunos de los principales aeropuertos y / o puertos de la zona. La niebla es persistente y puede durar todo el día y por varios días consecutivos. Esté preparado para retrasos en la conducción: esté preparado para el aumento en los tiempos de viaje. Esté preparado para retrasos en puertos y aeropuertos.	N/A
	FRÍO / CALOR	Sin efectos sobre la salud	Las olas de calor/frío pueden ser peligrosas, especialmente para los bebés y niños pequeños, personas mayores de 65 años o aquellos con enfermedades crónicas. Se requiere la toma de medidas preventivas.	Las olas de calor pueden ser peligrosas, especialmente para los bebés y niños pequeños, personas mayores de 65 años o aquellos con enfermedades crónicas. Es necesario cumplir las normas dadas por el Ministerio de Salud de la Nación frente a la ola de calor/frío.	Casos excepcionales de olas de calor/frío. Pueden afectar a todas las personas saludables, y no sólo a los grupos de riesgo. Riesgo de sofocación o hipotermia.

Figura 2: Referencia de Situación de Riesgo e Impacto Esperado

REFERENCIA DE SITUACIÓN DE RIESGO	NIVEL: 0 - VERDE NORMAL	NIVEL: 1 - AMARILLO RIESGO LEVE	NIVEL: 2 - NARANJA RIESGO MODERADO	NIVEL: 3 - ROJO RIESGO ALTO	
Informe	Pronóstico de Rutina A 24 h	Pronóstico de Rutina + Atención (actualización eventual)	Pronóstico de Rutina + Aviso de Vigilancia Inicio de vigilancia Informes actualizados cada 3 h	Pronóstico de Rutina + Advertencia Advertencia Informes actualizados cada 1 h	
Descripción	Sin riesgo de tiempo severo	Algunas actividades concretas pueden verse afectadas Encharcamientos o anegamientos leves	Llamado de atención por encharcamientos o anegamientos notorios y persistentes. Viento y probable granizo no dañino	Tiempo severo: fenómenos poco habituales y peligrosos, intensas precipitaciones, viento y probable granizo dañino	
Tasa horaria promedio de precipitación observada	Hasta 5 mm/h	5 a 20 mm/h	30 a 50 mm/h	Más de 50 mm/h	
Precipitación acumulada en 24 h estimada por modelos	0 a 10 mm	20 a 40 mm	40 a 60 mm	Más de 60 mm	
Precipitación acumulada en 48 h estimada por modelos	0 a 30 mm	30 a 60 mm	60 a 120 mm	Más de 120 mm	
Viento / Ráfagas (Observado o pronosticado)	0 a 30 Km/h	30 a 50 Km/h	50 a 80 Km/h	Más de 80 Km/h	
Persistencia del viento del Sudeste (Observado o pronosticado)	0 a 30 Km/h del SE Sin precipitaciones Persistencia menor a 12 h	30 a 50 Km/h del SE Con precipitaciones leves a ocasionalmente moderadas Persistencia hasta 24 h	30 a 50 Km/h del SE Con precipitaciones moderadas Persistencia mayor a 24 h	> 50 Km/h del SE Con precipitaciones moderadas a fuertes Persistencia mayor a 24 h	
Ola de Calor (Persistencia de 3 días o más)	Mín: < 20°, Máx: < 30°	Mín: 21° a 23°, Máx: 30° a 33°	Mín: 23° a 24°, Máx: 33° a 35°	Mín: > 24°, Máx: > 35°	
Ola de Frío (Persistencia de 3 días o más)	Mín: > 5° Máx > 12°	Mín: 0° a 5°, Máx > 10°	Mín: 0° a 2°, Máx 8° a 10°	Mín: < 0°, Máx < 8°	
INTENSIDAD DE LA PRECIPITACIÓN (acumulación en 1 h)	DÉBIL Menos de 2 mm/h	MODERADA Entre 2.1 y 15 mm/h	FUERTE Entre 15.1 mm y 30 mm	MUY FUERTE Entre 30.1 y 60 mm/h	TORRENCIAL Más de 60 mm/h

Figura 3: Niveles de Riesgo de Impacto por Tipo y Características de la Amenaza

El concepto SOAAAR (Mora, 2013) implica un paso adelante en la concepción de los SAT, ya que implica una interacción continua y permanente con la GIRD. El fin último del SOAAARAM, a diferencia de un SAT, no está sólo concentrado en una alerta temprana eficaz para un determinado tipo de amenazas, sino que además de comprender todas las amenazas identificadas, se fundamenta en las siguientes premisas:

- **Observación:** recopilación y manejo de variables hidrometeorológicas y ambientales entre otras, para la elaboración de bases de datos para su posterior análisis y la creación de conocimiento.

- **Alerta:** Estado de vigilia permanente que permite identificar situaciones y circunstancias que pudieran evolucionar hacia peligros potenciales capaces de generar daños, por medio de la vigilancia y monitoreo permanente de las amenazas antrópicas y naturales identificadas para la Ciudad de La Plata enunciadas en el Plan de Gestión de Emergencias / Plan de Contingencias.

La Alerta, al igual que la Observación, pone el foco en la fase de preparación de la GIRD.

- **Alarma:** La alarma es un mecanismo que permite manifestar la existencia de una situación potencialmente dañina, la probable materialización de una amenaza de origen natural o antrópica que puede interrumpir la normal actividad social y económica, causando disfunciones sociales o degradación ambiental, disminuyendo sensiblemente la calidad de vida de los habitantes; o provocar una interrupción seria del funcionamiento de una comunidad o sociedad con pérdidas humanas y/o importantes pérdidas materiales, económicas o ambientales.

La Alarma se activa para:

- Permitir a los organismos responder y atender el riesgo y las emergencias
- Permitir a la población activar los procedimientos preestablecidos para reducir y si es posible eliminar, los daños a las personas y los bienes

El tipo y nivel de Alarma dependerá de

- La naturaleza de la situación amenazante
- Celeridad de materialización
- Intensidad previsible
- Extensión territorial de su influencia
- Potencial de generación de daño

Por esta razón el proceso de Alarma se puede dividir en dos fases:

- **Advertencia:** Situación de probabilidad de materialización de una amenaza que puede producir disfunciones sociales o degradación ambiental, disminuyendo temporariamente la calidad de vida de los habitantes.
- **Alarma:** Situación de probabilidad de materialización de una amenaza que puede producir una interrupción seria del funcionamiento de una comunidad o sociedad con pérdidas humanas y/o importantes pérdidas materiales, económicas o ambientales disminuyendo sensiblemente la calidad de vida de los habitantes.

La Alarma (concepto que incluye a la Advertencia), pone el foco en la fase de mitigación de la GIRD.

- **Respuesta:** en la Gestión de Emergencias interviene el COEM (Comité Operativo de Emergencia Municipal), organismo que se encarga de coordinar el operativo para atender el incidente, la emergencia o el desastre y con responsabilidades en el manejo de la comunicación del riesgo. El SOAAARAM es el instrumento que le permitirá al COEM una adecuada Gestión de Emergencias o Desastres, por medio de una comunicación permanente y sin fisuras que le permitan conocer el estado y la evolución de la amenaza potencial o materializada, para una óptima utilización de sus medios y recursos empleados para suministrar una respuesta adecuada a la población.

Las tareas de Recuperación (Rehabilitación y Reconstrucción), también se verán favorecidas por la utilización de la información suministrada por el SOAAARAM, ya que a diferencia de un SAT, el estado de Alerta permanente es la quintaesencia del SOAAAR, permitiendo una planificación adecuada de las tareas de Rehabilitación y Reconstrucción. Así se beneficiarán una gran variedad de actividades públicas y privadas, contribuyendo a la protección de vidas y propiedades facilitando el progreso económico de sus habitantes, en un marco que promoverá el desarrollo sostenible favoreciendo a la adaptación del Cambio Climático.

3) SOAARAM – LP

En las cuencas de dimensión mediana como la que afecta a la ciudad de La Plata, la transformación de la lluvia en escorrentía juega un papel importante, y para la anticipación necesita de la aplicación de modelos hidrológicos que, alimentados con datos conocidos de lluvia y caudales en diferentes puntos, sea capaz de dar información sobre la crecida en puntos de interés. Estos modelos lluvia-escorrentía necesitan conocer cierta información hidrometeorológica en tiempo real (proveniente de redes meteorológicas, pluviométricas, radar meteorológico, sensores de nivel y de caudales de ríos y arroyos).

Las precipitaciones pueden ser de gran variabilidad espacial y temporal en cuencas urbanas y acostumbra a tener tiempo de respuesta pequeños, lo cual hace que para una correcta evaluación del fenómeno se deba tener una adecuada distribución de puntos de monitoreo.

La medición de parámetros atmosféricos permitirá establecer la base para una apropiada evaluación de las condiciones meteorológicas y su probable evolución. Ni la ciudad de La Plata ni la Provincia de Buenos Aires poseen sistemas para el monitoreo o análisis de las amenazas hidrometeorológicas que permitan establecer una estrategia de reducción del riesgo efectiva para la ciudad de La Plata.

Para conocer cuáles son las respuestas del sistema de drenaje de la Cuenca Urbana (Niveles y Caudales) en la ciudad de La Plata, se propuso y aceptó la realización de un plan a ser ejecutado por etapas sucesivas que permitan, en un plazo prudente (tanto desde la Gestión del Riesgo como desde lo económico), completar el SOAARAM. Para el diseño de este sistema se consideraron las amenazas hidrometeorológicas (con todos los parámetros que influyen en el equilibrio del sistema “atmósfera - aguas superficiales- aguas subterráneas – urbanización - obras hidráulicas”) y las amenazas ambientales debidas principalmente a la cercanía del Polo Petroquímico. Este sistema aportará la información necesaria para la gestión del riesgo, permitiendo la readecuación de las medidas de mitigación estructurales y no estructurales.

En esta primera etapa (en ejecución), el sistema está compuesto por los siguientes subsistemas:

- Subsistema de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA), que incluye todos los sensores meteorológicos, Datalogger y software para su programación, funcionamiento y transmisión de datos.
- Subsistema Estación Central de Red (ECR), que incluye el hardware y software necesarios para la recepción, procesamiento y distribución de datos y productos generados por el Sistema.

Para el establecimiento de una red pluviométrica representativa en terrenos planos, se debe contar con al menos un pluviómetro cada 50 km² (Pizarro, 1993). Para esta etapa entonces, se consideró que para una buena representación de la variabilidad temporal y espacial de las precipitaciones y en vista de los antecedentes históricos de las inundaciones en La Plata, un pluviómetro que cubra aproximadamente 25 km² permitiría un solapado en zonas críticas y una buena representatividad en el resto. Al efecto, se establecieron cinco sitios para cada EMA, como se ilustra en la Figura 4.

Cada EMA está compuesta por sensores multiparamétricos Lufft WS600 de origen alemán. Este instrumental no tiene partes móviles y requiere de poco o nulo mantenimiento. Este punto ha sido determinante, ya que se ha observado en otras redes similares, un rápido deterioro en la calidad de los datos y la funcionalidad de la red, debido a la ausencia de un mantenimiento preventivo y/o correctivo adecuado. Cada una de las EMA estarán ubicadas en los puntos marcados 1 a 5 y cuenta con un Datalogger Zeno 3200 fabricado por Coastal Environmental Systems, de origen norteamericano con su firmware para su programación y validación de datos, junto a un radiotransmisor, su antena, panel solar y baterías y protección contra descargas atmosféricas, todo contenido en un gabinete con protección Nema 4. Cuatro de esas estaciones estarán ubicadas en un entorno urbano, mientras que la EMA 2 se ubicará en un entorno rural, todas cumpliendo con las recomendaciones de la OMM (2008).

La Estación Central de Red (ECR) tiene la función de recibir y procesar los datos de todos los sensores de la Red, está ubicada en la sede de la Agencia Hidrometeorológica (Av. 7 N° 222), marcada con el punto 6. El software de recopilación, visualización y reenvío de datos es Intercept de Coastal, y se ejecuta en una Workstation y cuenta con sus correspondientes sistemas de comunicaciones duplicados, de UPS y con una Workstation de backup. La ECR tiene capacidad para manejar hasta 100 estaciones remotas, con lo que se le pueden agregar los sensores necesarios sin necesidad de ampliar su capacidad de hardware y/o software. Además en la sede de la AHM (punto 6 de la Figura 4) se instaló un Sensor de Tiempo Presente Lufft R2S basado en un radar Doppler de 2.4 GHz (similar a los sensores de precipitación de la Lufft WS 600) para la medida de la intensidad, tipo y cantidad de precipitación y que permite discriminar lluvia, de llovizna, de aguanieve, nieve o granizo.

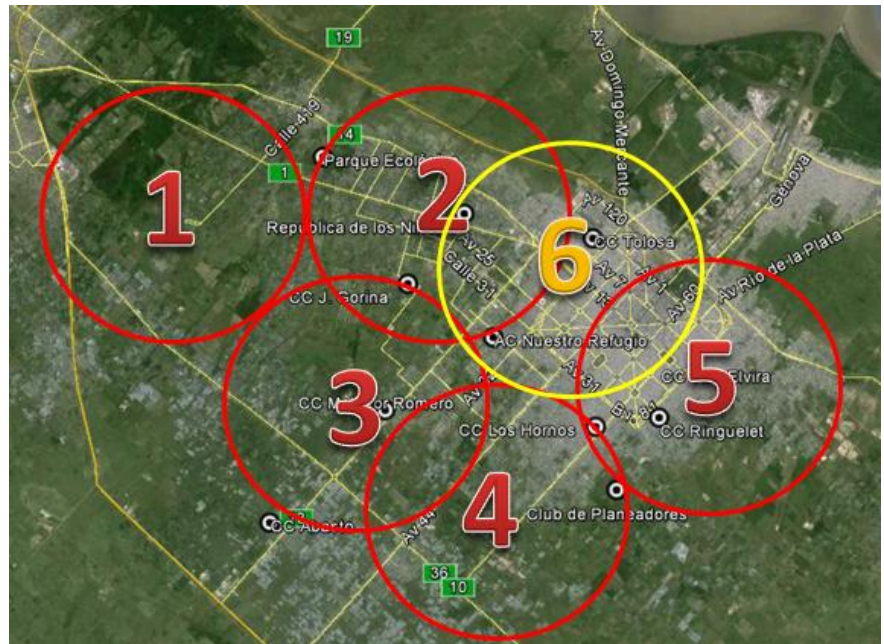


Figura 4. Ubicaciones de las EMA del SOAAARAM-LP

EMA 1: Delegación CC Arturo Seguí

EMA 2: República de los Niños

EMA 3: Delegación CC Melchor Romero

EMA 4: Centro de Salud N° 16 Los Hornos

EMA 5: Delegación CC Villa Elvira

EMA 6 y ECR: Agencia Hidrometeorológica

La telemetría primaria seleccionada es de tipo Spread Spectrum, con una frecuencia operativa de 902 a 928 MHz. Este sistema transmite en forma encriptada y no interfiere ni es interferida por otro sistema de comunicaciones, ni requiere de ningún tipo de licencia de la Comisión Nacional de Comunicaciones, siendo un sistema muy seguro en toda condición meteorológica. Tiene una estación repetidora en la Torre I de la ciudad de La Plata, el punto más alto de la ciudad. Todo esto asegura una alta disponibilidad de comunicaciones para toda la red, actual o prevista. En la sede de la Agencia Hidrometeorológica, donde está instalada la ECR, se cuenta con fibra óptica y conectividad a internet, permitiendo al personal autorizado interrogar al sistema en forma remota. Se ha establecido una frecuencia de obtención de datos cada cinco minutos.

En la segunda etapa, prevista para 2015, se incorporará de un Subsistema de Detección de Rayos, autónomo, con la finalidad de monitorear la actividad eléctrica atmosférica que permitirá el seguimiento de tormentas en un radio de 400 km y para emitir advertencias a la población. Cuenta además con un monitor de campo magnético de alta precisión para un rango de de 70 km, y la incorporación del Subsistema Estación Portátil Perfiladora de Partículas (PARTAC), cuyo objeto es la detección primaria (fija o móvil) de material particulado procedente principalmente de actividades antrópicas (atendiendo a la amenaza del Polo Petroquímico) para establecer la pluma de dispersión de las mismas y alertar a la población. En una etapa posterior se tiene planificado incorporar dos estaciones fijas de monitoreo de ambiente multi-parámetro tipo AEROQUAL AQM 60, con sensores de O3, NO2, CO, VOC, SO2, CO2, NMHC y PM10 y una móvil.

En la tercera etapa, y para la cual se están gestionando los fondos, se instalarán 10 Estaciones Hidrométricas Automáticas (EHA) a emplazar en los cursos naturales de la alta cuenca de aporte, y 16 EHA en los tramos entubados de desagües pluviales considerados importantes y en los cursos

naturales entubados. Estos datos serán recibidos y procesados en la ECR, que ya cuenta con el hardware y software necesario para ello. Los diferentes puntos a monitorear contendrán, además del registrador de nivel con Datalogger y software para su programación, funcionamiento y transmisión de datos, un pluviómetro a cangilones con lo que se lograría una mayor densidad de los datos de precipitación. También están previstos aforos de control mensuales, y aforos especiales en las secciones de control en coincidencia con eventos meteorológicos, de manera tal que permita obtener la relación altura-caudal en cada una de las secciones de control elegidas.

4) CONCLUSIONES

La AHM interactúa de manera estrecha con los gestores de Emergencias y Desastres de la ciudad de La Plata, asesorando a los tomadores de decisión políticos, favoreciendo las tareas y responsabilidades de cada organismo municipal involucrado en el manejo de las emergencias. Esto ha optimizado el uso de los recursos humanos y materiales para la mitigación y respuesta disponibles ante cada amenaza.

En tal sentido, al estar enfocados específicamente en el área del Gran La Plata, de la comparación de las Alertas Meteorológicas emitidas por el SMN y las Advertencias emitidas por la AHM demuestra una mayor efectividad de estas últimas. El hecho que el SMN emitiera Alertas que no replicara la AHM, generó en un principio cierta inquietud en parte de la población y en los tomadores de decisión, aunque luego y lentamente se fue generando una sensación de confianza hacia la labor de la AHM aunque aún hoy, cualquier amenaza de precipitación genera temores en parte de la población. Las Advertencias son divulgadas en los medios por el Director de Defensa Civil, poniendo énfasis en las acciones de mitigación o respuesta.

El SOAAARAM-LP complementará las observaciones y previsiones de escala regional que realiza el SMN, propiciando una gestión proactiva frente a los riesgos naturales para anticipar a la población con suficiente antelación la ocurrencia de eventos meteorológicos o hidrometeorológicos para que la comunidad aumente los recaudos frente a las diferentes amenazas.

Esta información de alta precisión y calidad se ofrecerá libremente a organismos públicos y de investigación, con la finalidad primaria de crear conocimiento. De esta manera se podrá detectar patrones y analizar tendencias para el estudio del comportamiento hidráulico de todo el sistema ante la ocurrencia de fenómenos de variada intensidad y aportará datos fidedignos para el calibrado de los modelos hidrodinámicos y diseño de futuras obras de infraestructura, para tomar decisiones útiles en la GIRD.

La funcionalidad del SOAAARAM se verá potenciada por la implementación del Sistema Hidrometeorológico de Observación, Vigilancia y Alerta (SIHVGILA) en la Ciudad de Buenos Aires y los avances en el Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME), permitiendo disponer de herramientas necesarias para mejorar las técnicas de Nowcasting de la AHM indispensables para mejorar la efectividad de las Advertencias, Alarmas y Respuesta.

Las inundaciones en la ciudad de La Plata y el Gran La Plata tienen en sus causas componentes meteorológicos, hidrológicos, edáficos y de uso del suelo. En el futuro, estas causas pueden incrementar la vulnerabilidad de la población a eventos meteorológicos e hidrometeorológicos extremos, a lo que se debe sumar el cambio climático. Según Amarilla et al. (2013) un evento como el ocurrido el 2 de abril de 2013 excede las capacidades de cualquier diseño de obras estructurales, contrariando así a muchos de los afectados que están convencidos que con obras la tragedia se hubiese evitado.

Lamentablemente nada nos asegura que un evento de estas características no se repita en el futuro.

En consecuencia, la única opción válida para mitigar el riesgo de desastres en la ciudad de La Plata es establecer a la Gestión Integral del Riesgo de Desastres como política estratégica local, integrando a los municipios vecinos en beneficio común, favoreciendo al proceso de construcción de resiliencia a nivel local, estableciendo planes de acción que incluyan desde proyectos educativos hasta la participación multisectorial. El gobierno local deberá ser el principal promotor de estas acciones, favoreciendo la participación de las organizaciones de la sociedad civil y las organizaciones de base, el sector académico local y la comunidad comercial y empresarial.

Estas acciones favorecerán la disminución de los temores infundados que genera cualquier pronóstico o amenaza de precipitaciones en La Plata, permitiendo que sus habitantes recuperen los hábitos previos al 2 de abril de 2013 ante la presencia de nubes oscuras. Esto se logrará mediante la recuperación de la confianza no sólo en los meteorólogos, sino también en toda la estructura local que soporta una adecuada Gestión Integral del Riesgo de Desastres.

En este sentido, estoy convencido que los meteorólogos debemos involucrarnos activamente en todas las fases de la GIRD, como una manera de enfrentar la incertidumbre que presenta un futuro signado por el cambio climático y la construcción de nuestra propia vulnerabilidad si no se establece un desarrollo sostenible. Es la única manera de mitigar el riesgo de desastres y mirar el futuro con optimismo.

REFERENCIAS

- Amarilla, R. et al., 2013:** Estudio sobre la inundación ocurrida los días 2 y 3 de abril de 2013 en las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada. Departamento de Hidráulica – Facultad de Ingeniería – UNLP.
- Estrategia Internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres - EIRD, 2005:** Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres. Extracto del Informe de la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres (A/CONF.206/6)
- Guha-Sapir, D., Hoyois, P. y Below, R., 2014:** Annual Disaster Statistical Review 2013. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Institute of Health and Society (IRSS), Université Catholique de Louvain
- IPCC, 2013:** Cambio Climático 2013 – Bases Físicas – Resumen para responsables de Políticas – Contribución del GT I al Quinto Informe. OMM, PNUMA.
- Mora, S., 2013.** Los sistemas de observación, alerta, advertencia, alarma y respuesta: Un paso más allá, para la gestión del riesgo, del concepto "alerta temprana". ELM Consultoría. 58pp.
- ONU / EIRD, 2004:** Terminología: Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres. (En línea). Disponible en <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>
- Pizarro, R. 1993.** Elementos técnicos de hidrología III. Proyecto regional mayor sobre conservación de recursos hídricos en áreas rurales de América Latina y el Caribe. Talca, Chile, Universidad de Talca. 135 pp.
- Scarpati, O.E. y Andrade, M.I., 2004:** Análisis de las inundaciones en el Gran La Plata. (En línea). X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología. Disponible en: <http://agro.unc.edu.ar/~clima/AADA/Congresos/MDQ/171.htm>
- Scarpati, O.E. y Benítez, M., 2005:** Las inundaciones en la ciudad de La Plata. Su análisis en relación con las precipitaciones durante las últimas décadas del siglo XX (En línea). Geograficando, 1(1): 111-121. Disponible en http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.3508/pr.3508.pdf
- Tetaz, M., Alzúa M.L. et al., 2013:** Estudio socioeconómico de los daños materiales sufridos en el desastre del 2 de abril de 2013 en La Plata. Centro de Estudios Distributivos, Laborales y Sociales (CEDLAS), Facultad de Ciencias Económicas, UNLP.