



TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS PARA UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DEL CONOCIMIENTO Y LA INFORMACIÓN

TECHNOLOGIES APPLIED TO THE COMPREHENSIVE RISK MANAGEMENT

JESÚS DELGADO VILLASMIL

Geógrafo Doctor en
Arquitectura. MSc en
Planificación Urbana.
Especializaciones y cursos en
Gestión Integral de Riesgos.
jrdelgadov2@gmail.com

RESUMEN

Las ciudades resilientes, requieren de una Plataforma Tecnológica para realizar la auditoría ambiental y el monitoreo del cambio climático, así como para la generación, interpretación y certificación de indicadores, su divulgación oportuna y pertinente, capaz de incidir en la toma de decisiones. Diversidad de datos se generan en los centros de investigación y las universidades, sumado a la que produce el Estado, organizaciones de la Sociedad Civil o la que se puede producir desde la Escuela Básica y la ciudadanía en general, con el uso de tecnologías disponibles para un segmento de población cada vez mayor. Este artículo muestra el contexto en que se pueden utilizar algunas de dichas tecnologías, cómo se ha concebido el monitoreo y la auditoría ambiental para cumplir los objetivos de desarrollo sostenible y el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015 – 2030.

Descriptores

Ajuste, Plataforma, Resiliencia, Tecnología, Organizaciones de la Sociedad Civil

ABSTRACT

Resilient cities require a technological platform in order to carry out environmental compliance and climate change monitoring on them, as well as for the generation, interpretation and certification of indicators and its accurate and timely diffusion capable to influence decision making processes.

Diversity of data is generated at research centers and universities on a regular basis, added to that produced by governments, civil society organizations or even that which can be produced at basic schools or citizenship in general, with usage of technologies available for an increasing population sector.

This article shows the context where some of such technologies can be used; how monitoring and environmental assessment for complying sustainable development objectives have been conceived, and the Sendai's frame for Disaster Hazards Reduction 2015-2030.

Descriptors:

Adjustment, resilience, technology, civil society organizations



TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS PARA UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DEL CONOCIMIENTO Y LA INFORMACIÓN

En la reducción de riesgos ambientales y en el monitoreo del cambio climático, la institucionalidad local, es abrumada por cantidad de información, para la cual no tiene capacidad de procesamiento. Para usar las tecnologías en la gestión integral del ambiente se requiere tanto de una plataforma tecnológica como de una plataforma social.

Este trabajo muestra, a partir del concepto de resiliencia, cuáles son algunas de las tecnologías apropiadas para la plataforma tecnológica en cada etapa en que fluye la información por un Sistema de Información para la Gestión Mancomunada del Ambiente. Luego muestra por qué es necesaria y cómo se organiza una plataforma social para el monitoreo ambiental y la gestión de riesgos.

RESILIENCIA URBANA Y TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA GESTIÓN DE RIESGOS

El conocimiento y la información son claves que propone el Marco de Sendai para hacer ciudades resilientes. La resiliencia se ha definido en el enfoque ambiental y sistémico de la vulnerabilidad urbana como una capacidad de ajuste de los sistemas urbanos, síntesis de tres capacidades (Delgado, 2007).

- Capacidad de Anticipación
- Capacidad de Respuesta
- Capacidad de Recuperación

La Capacidad de Anticipación es la disponibilidad y manejo de herramientas que permitan captar cualquier perturbación en el ambiente que señale el advenimiento de un evento adverso, así como el conocimiento y valoración de lo observado. Se trata de los sistemas de alerta temprana, que actualmente están muy desarrollados y son eficientes para el monitoreo de procesos atmosféricos e hidrometeorológicos.

Ahora bien, no basta con disponer de instrumentos capaces de captar información sino se tiene la "sensibilidad" o habilidad de darse cuenta del significado e importancia de la información, tampoco es suficiente con producir y publicar información que por su abundancia

causa lo que se ha denominado como "saturación de información" que termina por abrumar a los usuarios y no se utiliza.

Lo que se ha denominado como "dicotomía Sensorialidad – Sensibilidad", surgió al evaluar todo lo ocurrido con el tsunami que afectó al Océano Índico, particularmente la isla de Sri Lanka, en el año 2004, en donde perdieron la vida más de 230.000 personas, miles de las cuales tenían la posibilidad de subir a los edificios en la zona de Banda Aceh.

La Red Sismológica pudo advertir con tiempo suficiente a los ocupantes de la zona expuesta al tsunami como para que se alejasen de la playa; sin embargo, no lo hizo, porque cuando el epicentro de un sismo se localiza en el lecho marino y no se conoce el mecanismo de la falla no es seguro que el tsunami se producirá y no se daba alerta de tsunami para no crear falsas expectativas y con ello perder credibilidad.

Este desastre evidenció que no basta con la *Sensorialidad* o Plataforma Tecnológica para anticipar, no basta con un sistema de alerta temprana, también se requiere de una capacidad estratégica, que se ha denominado como la *Sensibilidad*, combinación de conocimiento, experiencia, destreza, tanto de los técnicos que manejan un sistema de alerta temprana como de los ciudadanos.

La resiliencia se produce cuando los actores disponen de la plataforma tecnológica, están capacitados y sensibilizados en su uso y además están interconectados a través de las redes sociales, constituyendo una Plataforma Social. Y es que, valga una digresión, las herramientas que conforman una Plataforma Tecnológica, son una extensión y refinamiento de los 5 sentidos humanos y permiten captar cambios que pueden llamar la atención de especialistas o de ciudadanos. Esos cambios son los "indicadores" en las Ciencias de la Tierra, en tanto que en las Ciencias de la Salud se han denominado como "síntomas".

Sendai plantea que para una gestión de riesgos que pueda mitigar o eliminar las causas evidentes y subyacentes del aumento de los riesgos ambientales o la falta de resiliencia

ante un continuo cambio climático, es necesaria la “coordinación en todos los sectores, entre un sector y otro y con los actores pertinentes a todos los niveles” (UNISDR, 2016).

Una Plataforma Social es compleja, diversa, ya que está formada por ciudadanos, por distintos profesionales, que en determinado contexto cultural y con determinado marco legal, pueden captar desde una mirada diversa los indicadores. Por eso la coordinación requiere comunicación y la comunicación el manejo de un lenguaje, el seguimiento de protocolos y la disposición de tecnologías de la información y comunicación.

El flujo de información se puede visualizar en cuatro etapas, en los cuales se opera con diversas tecnologías:

- Monitoreo
- Auditoría
- Procesamiento
- Divulgación

El monitoreo ambiental es el seguimiento que se hace de procesos ambientales tanto de origen natural como de origen social, mediante diversas herramientas. La Auditoría Ambiental es el contraste que se hace mediante inspección directa o indirecta entre una realidad observada y parámetros preestablecidos relativos a la misma que están normalizados. Asimismo ocurre con el contraste de actividades, entre su funcionamiento real y el que deben tener de acuerdo con las leyes y ordenanzas.

El Procesamiento de Datos Ambientales es la actividad que se realiza para clasificar y sistematizar los datos adquiridos por diferentes medios y ponerlos a disposición de las instancias de planificación, decisión, divulgación, ejecución y aprovechamiento en forma clara y oportuna para cada instancia. El procesamiento permite establecer tendencias y evaluar indicadores en los patrones de comportamiento conocidos

La Divulgación Ambiental es la diseminación de la información de manera sistemática, pertinente y oportuna para que cada ciudadano pueda hacer uso de la misma tanto en su beneficio como es el caso en la prevención y autoprotección en caso de emergencias, como en la protección del Bien Común y el beneficio de la comunidad.

TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA EL MONITOREO Y LA AUDITORÍA AMBIENTAL

Las tecnologías apropiadas para el monitoreo y la auditoría ambiental se pueden clasificar en:

- Teledetección: Sensores remotos instalados en vehículos no tripulados
- Receptores de uso masivo o personal
- Plataformas audiovisuales, Internet y redes sociales

Con relación a la Teledetección, estas tecnologías comenzaron a emplearse en la carrera espacial y desde mediados del Siglo XX se dispone de vehículos no tripulados. Los satélites son de suma utilidad para el monitoreo de procesos atmosféricos y para la auditoría del uso de la tierra. Disponen de sensores activos y pasivos, como es el caso del radar o de las cámaras de alta resolución y capacidad de aproximación.

Luego de los satélites, se desarrollaron otros vehículos sin tripulación. Hay vehículos terrestres sin tripulación, que se utilizaron (y todavía lo hacen) para fines militares, luego se utilizaron en la minería y actualmente se pueden utilizar para localizar personas y objetos en edificios colapsados.

Hay vehículos marinos sin tripulación, que tienen mucha utilidad en el monitoreo del fondo submarino, la recolección de muestras de minerales aglomerados o placeres de perlas, la recuperación de tesoros y el rescate de naves hundidas. Hacia finales del Siglo XX se simplificó y maximizó la tecnología de los vehículos aéreos sin tripulación, utilizada en principio en la guerra de Vietnam.

Actualmente se les llama drones y sirven para la observación de grandes espacios abiertos como los campos deportivos, para la exploración de lugares de difícil acceso, para la ubicación de personas atrapadas en edificios altos o con fachadas no accesibles desde la vía pública e incluso para el transporte de alimentos y herramientas a dichos lugares.

Los primeros receptores de tipo masivo y personal en el manejo de crisis fueron los radio transmisores y los televisores, tecnologías utilizadas desde la primera guerra mundial. La televisión, sigue siendo una poderosa herramienta de recepción masiva de información que se uti-



liza en los sitios de concentración masiva, la viabilidad y los hogares, un complemento necesario a los sistemas de alerta temprana para divulgar con anticipación eventos adversos como los ya mencionados tsunamis, los tornados, los huracanes, los aludes torrenciales y lahares, así como derrumbes o accidentes en la vía.

Indudablemente un gran avance en estos sistemas lo constituye la telefonía móvil – celular y satelital, que se popularizó a partir de los años 90 del Siglo XX, que se combinó en la primera década de este Siglo con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y posteriormente con la Internet.

Estos aparatos son cada vez más parecidos y tan potentes como las computadoras, pero adicionalmente, están dotados de cámaras de fotografía de precisión, incluso disponen ya de cámaras en 3D, baterías solares y son resistentes al agua, disponen de “aps” o aplicaciones que tanto sirven para el monitoreo del cuerpo humano que permiten evaluar con bastante precisión la temperatura, presión arterial, pulso e incluso índices de estrés, así como disponen de sensores para evaluar el entorno, obteniendo datos como la posición geográfica, la altitud, temperatura, inclinación, la presión atmosférica, el ruido o la distancia, cuya precisión es similar a la de los equipos de detección convencionales de hace apenas una década. Su hándicap a superar es la relación de consumo / rendimiento de batería, que por ahora se resuelve con los bancos de poder o baterías externas.

Por solo mostrar dos ejemplos de muchos, la compañía norteamericana Vihaan Networks Ltd., mejor conocida como VNL, lanzó este año “ResQMobil”, sistema de comunicación de emergencia, búsqueda y rescate, una red de comunicación independiente o “dedicada” exclusivamente para los organismos de primera respuesta, que suministra información de ubicación móvil y conectividad a teléfonos celulares que permanecen activos en zonas de desastre, proporcionando conectividad de voz, vídeo y datos con conectividad VSAT (telefonía satelital), incorporada en menos de una hora.

Esto es, direccionando la red de telefonía móvil celular local a conexión satelital, se amplía la cobertura de una red local prácticamente al nivel global, integrándola a diferentes redes de radio. El Sistema está diseñado para trabajar en

casi todo tipo de desastres (terremotos, tormentas, inundaciones y tsunamis, incendios en edificios, ataques terroristas).

Otras aplicaciones para caso de desastre, como “Reporte Responsable” creada por un grupo de Brigadistas de México, a partir del Terremoto de septiembre de 2017, es en sí misma una red de auditoría de vulnerabilidad de edificaciones y tiene la ventaja que se puede utilizar tanto antes como después de un desastre, para crear rápidamente mapas de vulnerabilidad. Es tan sencilla que puede ser utilizada en la Escuela Básica para enseñar a tener criterios de auditoría ambiental a todos los ciudadanos¹.

TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS

Las tecnologías para el Procesamiento de la data ambiental se pueden clasificar en:

- Sistemas de Información Geográfica
- Manejadores de base de datos y hoja de cálculo
- Sistemas de diseño asistido por computadora
- Realidad virtual

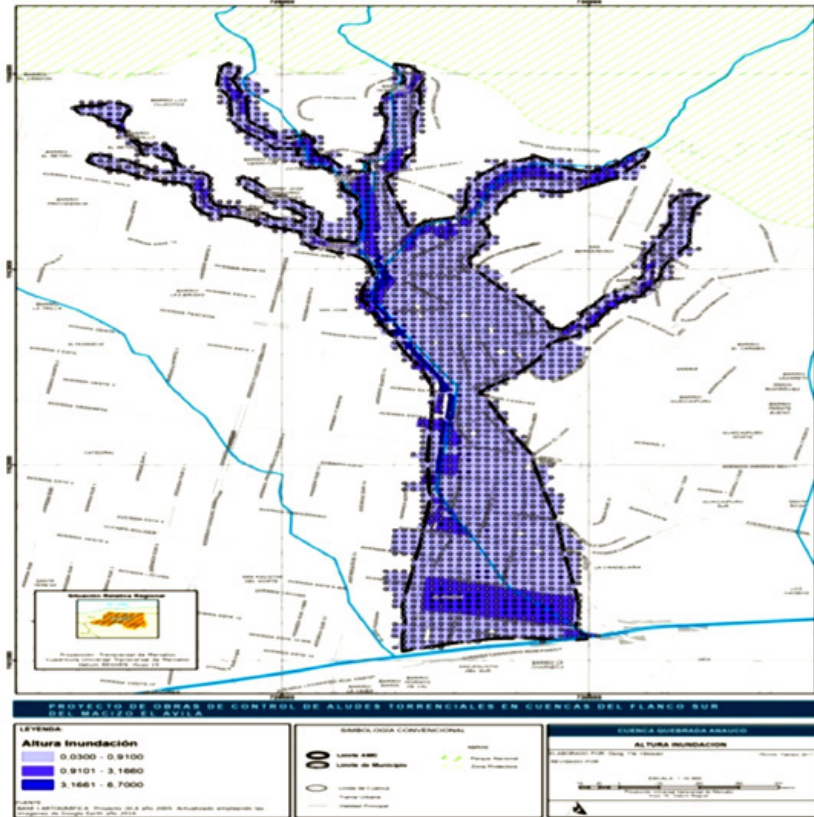
Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una poderosa herramienta de combinación de datos que se pueden representar en el territorio. No se trata de sistemas de producción de cartografía básica, sino de combinación de atributos de información espacial que se sintetizan como “capas” de información, combinables a gusto del usuario.

Los SIG permiten adicionalmente la modelación del terreno, la proyección de tendencias y el uso de múltiples expresiones para destacar información, que puede ser invocada con todos sus atributos para realizar los más diversos análisis.

En general requieren de mano de obra especializada y de que los datos introducidos sean de calidad, como es el caso con las curvas

1. Información encontrada en la Web el día 17 de febrero de 2018. Sitio: <http://www.lavanguardia.com/vida/2017/10/09/431919532994/comunicado-vnl-lanza-resqmobil.html> y suministrada el 7/2/18, 2:56 PM - Santana, Manuel: <http://www.vnl.in/disaster-management-solutions/resqmobil>: <https://www.unocero.com/sismo-2017/con-esta-aplicacion-podras-evaluar-y-reportar-danos-en-tu-hogar-tras-sismo/>

Figura 1. Exposición Pasiva a inundaciones y flujos torrenciales por distancia y posición activa (altura del agua en relación con las edificaciones) calculada mediante la herramienta de modelación Flow 2d y el SIG Arc Gis. Fuente: Courtel, F., Delgado, J y otros, 2017c. Estudio de Vulnerabilidad Urbana para el Proyecto de obras de control de aludes torrenciales en cuencas del flanco sur del Macizo El Ávila



de nivel. Una restricción de estos sistemas es el alto costo de las licencias y de los equipos que se necesitan para su procesamiento.

Por su parte, los manejadores de Base de datos relacionales y las hojas de cálculo, son poderosas herramientas de ordenamiento de información y generación de gráficos y modelos predictivos, dados los parámetros respectivos. Los SIG complementan a los manejadores de base de datos, ya que expresan espacialmente las combinaciones de datos realizadas (figura 1).

Por otra parte, los Sistemas de Diseño Asistido por computadora (CAD) aprovechan la información espacial de escala detallada, para lograr expresiones arquitectónicas y urbanísticas tan fieles a la realidad que han sido denominadas como "realidad virtual", la cual permite mostrar a un amplio público, modelos urbanos o arquitectónicos con alta incidencia en los tomadores de decisiones. La realidad virtual permite a sus usuarios tener el control de sistemas teledirigidos como los vehículos no tripulados.

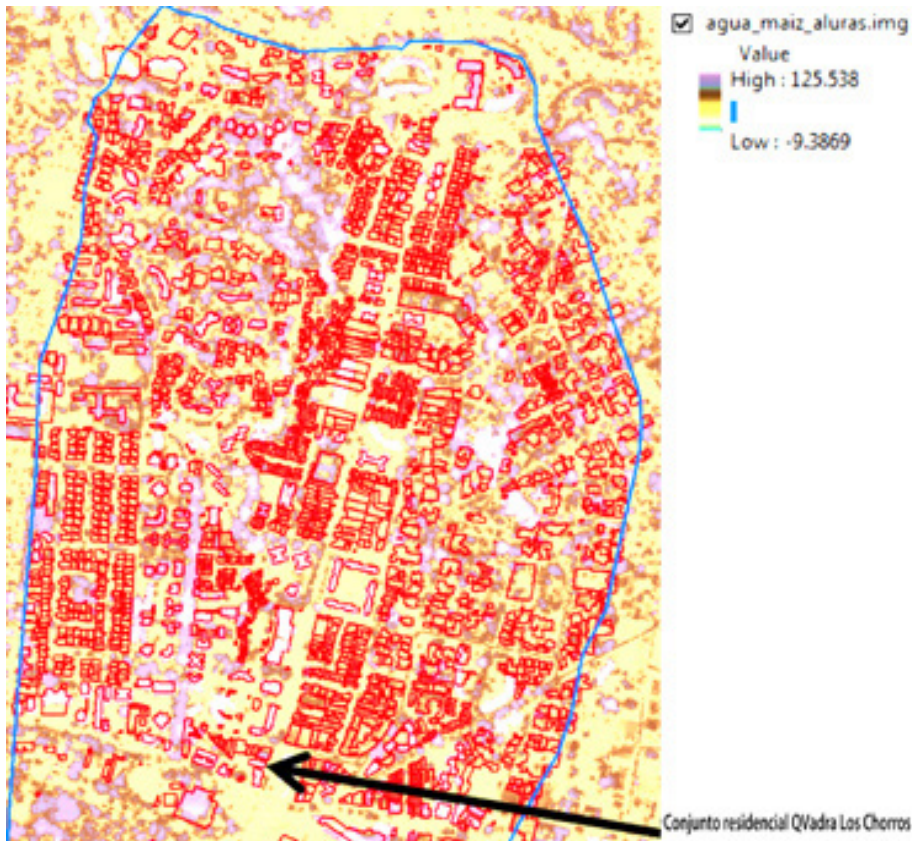
Tecnologías apoyadas en los SIG y en los CAD como la herramienta LIDAR, que usa la tecnología Láser para escanear objetos y paisajes y registra los detalles y la forma de la superficie de elevación de estas entidades en función de su distancia medida desde el dispositivo de escaneo, permite obtener valores absolutos de superficie para la evaluación de la vulnerabilidad urbana (Figura 2):

TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA LA DIVULGACIÓN DE INFORMACIÓN

La Internet está entre el conjunto de tecnologías apropiadas para la divulgación ambiental que se denominan genéricamente como tecnologías de la información y la comunicación, también conocidas como TIC. Han surgido diversas redes sociales que privilegian información visual, audiovisual, escrita, o una combinación de varios formatos. Actualmente son muy reconocidas el Twitter, el WhatsApp, el Face-



Figura 2- Edificios de la cuenca de Agua de Maíz con alturas comprendidas entre 46 y 47 metros, a los cuales se les calculó la superficie total construida mediante el uso de la tecnología LIDAR. Fuente: Cenamb, 2017. Estudio de Vulnerabilidad Urbana para el Proyecto de obras de control de aludes torrenciales en cuencas del flanco sur del Macizo El Ávila.



book, YouTube, Instagram, Periscope, entre otras.

En un nivel más elaborado están los blocks y los geoportales, que permiten publicar investigaciones o la labor realizada por grupos científicos. Son revistas en la WEB, algunas son observatorios virtuales, que recogen y sistematizan información sobre un tema.

EL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN MANCOMUNADA DEL AMBIENTE. LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE LA GOBERNANZA AMBIENTAL.

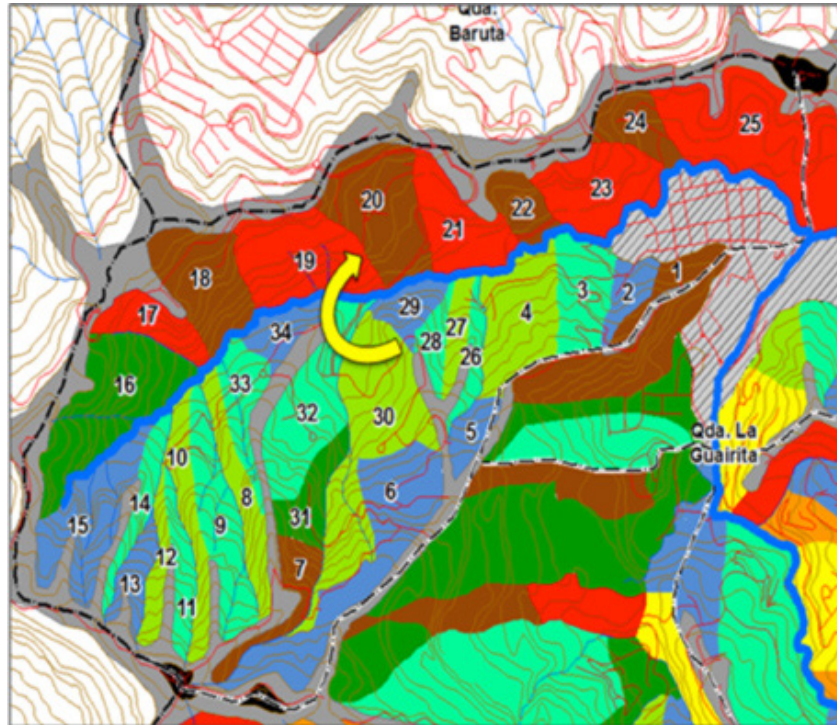
Para compilar la información generada o conseguida por diversidad de actores, construir índices e indicadores, pero además darle valor agregado y direccionarla a los usuarios precisos, de manera pertinente y oportuna, se requiere de un Sistema de información de base territo-

rial, compuesto por redes instrumentales, como las redes sismológica, hidrometeorológica, satelital, así como por observadores que utilizan las redes sociales y por los comunicadores sociales que pueden diseminar la información en los medios convencionales de comunicación social.

Este Sistema de Información para la Gestión Mancomunada del Ambiente (SIGMA), fue propuesto originalmente por Delgado en 1998 y comenzó a ser desarrollado por la Gerencia de Ambiente de la Alcaldía Metropolitana de Caracas con una sectorización ambiental del territorio, unidades territoriales únicas e irrepetibles, codificadas, organizadas como un Catastro Ambiental (figura 3).

Los atributos que se pueden incluir en los sectores ambientales están distribuidos en múltiples repositorios institucionales de información ya existentes, pero actualmente desarticulados. La información puede hacer accesible a todos los usuarios a través de un Geoportal, boleti-

Figura 3. Al igual que en el Catastro Urbano, en la Sectorización Ambiental todas las unidades territoriales o sectores se han codificado en el sentido de las agujas del reloj, desde la margen o fila derecha o este de cada unidad hidrográfica, así mismo con las vaguadas y topos; generando un código único, irrepetible y con sus parámetros básicos de superficie, orientación geográfica e inclinación de absolutamente todo el territorio, que permite atribuirle data y generar información de muy diverso tipo.



nes, guías, videos, así como en los repositorios de información de las universidades.

Este cúmulo de información puede ser muy útil para la gestión ambiental local, pues hay cantidad de trabajos especiales de grado que contienen información que a las alcaldías o a las OSC les tomaría mucho tiempo encontrar, y no tienen el recurso humano para ello. Simultáneamente, hay muchas necesidades que las OSC y los municipios requieren satisfacer y no lo hacen por falta de presupuesto, por lo general proyectos de largo plazo que se pueden resolver con pasantías, servicio comunitario y Tesis o trabajos de Ascenso.

Un ejemplo del valor de la Sectorización Ambiental es la motivación de los estudiantes de postgrado a realizar trabajos especiales de grado basados en proyectos modelo del Plan de Reducción de Riesgos Ambientales y Adaptación al Cambio Climático, en las unidades de vulnerabilidad analizadas en el Curso de Perfeccionamiento Profesional en Gestión Integral de Riesgos en la Planificación Ambiental.

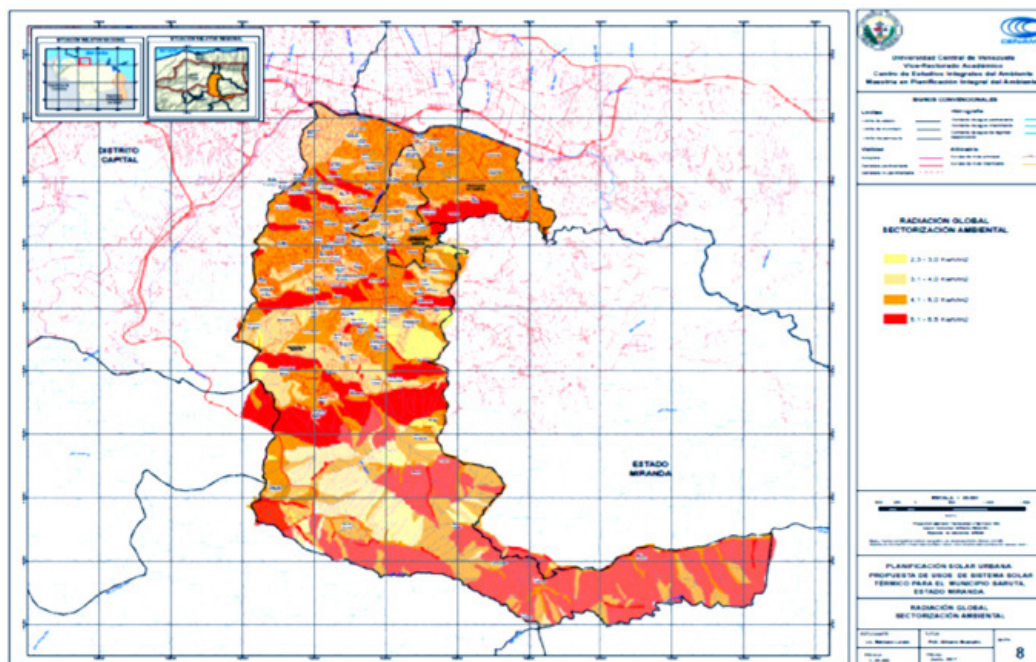
El ejemplo que sigue, tecnologías de tele-detección de calor, algoritmos de cuantificación de energía, aplicados en el Municipio Baruta gracias a la Sectorización Ambiental propuesta por Delgado en 1991 y realizada por Arborea Consultores Ambientales para la Gerencia de Ambiente de la Alcaldía Metropolitana de Caracas (figura 4):

LOS SISTEMAS DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA SOSTENIBILIDAD. LA PLATAFORMA SOCIAL DE LA GOBERNANZA AMBIENTAL

La Ley de Gestión Integral de Riesgos Socio-naturales y Tecnológicos plantea coordinar al Sector Público y Privado, las organizaciones de la Sociedad Civil (OSC), los organismos de primera respuesta a emergencias y las comunidades vecinales en la generación o uso de información de su entorno. Cada ciudadano debe participar activamente, pero la Plataforma Tecnológica de Monitoreo Ambiental con-



Figura 4. Aplicación de la Sectorización Ambiental de la AMC en el cálculo del Potencial Solar del Municipio Baruta. Fuente: Loreto, Bárbara (2017): Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Magister Scientarum en Planificación Estratégica del Ambiente. Cátedra SINaxis. CENAMB – UCV y Curso de Perfeccionamiento Profesional en Gestión Integral de Riesgos en la Planificación Ambiental.



tiene tecnologías de distinta complejidad que reúne a los actores estratégicos en cuatro sistemas de gestión integral de la Sostenibilidad, de acuerdo con las redes de gestión propuestas por el Grupo C-40 Cities2

1. Sistema de Gestión Integral de la Seguridad, el Transporte y los Espacios Abiertos
2. Sistema de Gestión Integral de Alimentos, Residuos y Desechos Sólidos
3. Sistema de Gestión Integral de Recursos Hídricos y Biodiversidad
4. Sistema de Gestión Integral del Conocimiento y la Información para la Evaluación de Riesgos Ambientales

La Gestión Integral de la Seguridad, el Transporte y los Espacios Abiertos requiere el monitoreo de las edificaciones, la infraestructura, la vialidad, el transporte y los servicios de red. Corresponde a las Redes C – 40 de Barrios Bajos en Carbono // Eficiencia de Edificios Muni-

cipales // Eficiencia en Edificaciones Nuevas // Eficiencia de Edificios Privados Vehículos Bajos en Emisiones // Manejo de Movilidad // Desarrollo Orientado del Tránsito // Red de Buses de Rápido Tránsito.

La Plataforma Tecnológica para el monitoreo en tiempo real de las calles y demás espacios y edificios públicos se logra con cámaras situadas en posiciones que permitan cubrir tramos de calle, entrada a edificios o estaciones de Metro y espacios de concentración de gente como los estadios deportivos.

A pesar de que el monitoreo por cámara no pueda impedir actos terroristas o restablecer la seguridad ciudadana, registra patrones de comportamiento en los espacios abiertos y ayuda en la investigación de sucesos. Hoy en día se considera a las grabaciones de video como una prueba de actos de vandalismo o hurto.

La ciudad mejor monitoreada por este sistema es Londres, y ello no ha impedido atentados terroristas pero sí es utilizado para planificar el patrullaje policial y el acceso a los edificios públicos. En diversas ciudades, las grabaciones de locales ocupados durante los terremotos, han servido para el estudio del comportamiento de

2. El Grupo de Liderazgo Climático conocido como C40 Cities Group (C-40), es la alianza estratégica de un grupo de ciudades que a través de sus alcaldías trabajan para reducir las emisiones de carbono y adaptarse al cambio climático.

la gente y del mobiliario urbano y de interiores ante cada paquete de ondas. En los incendios e inundaciones de locales sirve para la identificación de los puntos de ignición y para evaluar la respuesta de los materiales.

En la Gerencia de Ambiente de la Alcaldía Metropolitana de Caracas se propuso en la gestión del Alcalde Juan Barreto la vigilancia aérea de Caracas por un vehículo aéreo tripulado (un dirigible) y durante la gestión del Alcalde Antonio Ledezma se planteó un sistema mixto, basado en el monitoreo por cámaras fijadas en los autobuses del sistema Transmetro (propuesta extensible a otras redes de autobuses, así como a ambulancias, camiones compactadores de residuos sólidos y todo tipo de unidades móviles públicas).

Las cámaras instaladas en unidades móviles con posicionamiento satelital permiten localizar con precisión los incidentes y actuar en consecuencia.

El Sistema de Gestión Integral de Alimentos, Residuos y Desechos Sólidos corresponde a las Redes C – 40 de Sistemas Alimentarios // Sistemas Sostenibles de Residuos Sólidos // Eficiencia de Residuos a Recursos y tiene por atribución reducir las emisiones de gases con efecto invernadero a través del sector municipal de residuos, mediante la Contraloría Social del Ambiente.

Hoy en día cualquier ciudadano tiene acceso a los métodos de observación no participante con el soporte de grabadores y cámaras, para obtener, georeferenciar y enviar información que en Venezuela no está disponible para el público ni en las empresas recolectoras, ni en las alcaldías, ni en las otras empresas de servicio público.

La identificación por tipo de generador y sitios de transferencia de las rutas de los residuos y desechos sólidos hasta llegar al relleno sanitario o directamente a los ríos, es una información muy valiosa que ha permitido probar la eficiencia de los teléfonos inteligentes para fotografiar, entrevistar, cartografiar, en fin, para generar datos de la producción, transporte y disposición final de los residuos sólidos. Actualmente, con el uso de drones, se puede hacer la medición precisa y tridimensional de los volúmenes de material depositado y establecer los patrones de acumulación.

Esta información, complementada con la tecnología Google Earth o cualquier otra similar para la evaluación de la vegetación y la hidrografía, accesible a cualquier ciudadano, puede ser utilizada en la planificación para la recolección, traslado y disposición final de los escombros que se producirán en un terremoto en ciudades como Caracas o de los sedimentos que se producirán en caso de nuevos aludes torrenciales como los ocurridos en las cordilleras de Los Andes y La Costa.

Para ello, el paso previo es realizar una sectorización ambiental que permita el catastro de todo el territorio. En este caso, con los sistemas de información geográfica (SIG) se puede realizar el análisis espacial necesario para tomar decisiones a partir de la auditoría ambiental, ya que permiten la identificación de sitios apropiados para los rellenos sanitarios si se le dan criterios ambientalmente adecuados.

En este Sistema de Gestión, el papel de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) es vital en la prevención, contribuyendo desde la educación y la divulgación con el consumo responsable y sostenible, el reúso, el reciclaje y el adecuado tratamiento de los residuos tóxicos, peligrosos y orgánicos que de permanecer acumulados en la vía pública en caso de desastres, pueden aumentar el número de bajas por la aparición de enfermedades.

De hecho, en la planificación territorial de zonas de desastre, se debe prever con suficiente antelación la ubicación de nuevos camposantos, terrenos municipales o rellenos que puedan ser utilizados rápidamente para la instalación de crematorios y fosas comunes que, a posteriori, se puedan acondicionar para darle a cada ciudadano fallecido el espacio que merece de acuerdo con sus creencias.

El Sistema de Gestión Integral de Recursos Hídricos y Biodiversidad, tiene por atribución la gestión integral del agua, la biodiversidad y el Territorio, incluyendo el arbolado urbano de los espacios abiertos de los sectores urbanizados. Corresponde a las Redes C – 40 de Crecimiento Verde // Ciudades Frescas // Planificación del Uso del Suelo.

En este Sistema es fundamental la Teledetección.

Es importante el uso adecuado de los sensores remotos activos y pasivos para la ubicación

de potenciales movimientos de masa, la caracterización de la vegetación que puede movilizarse con la roca y el barro o los corredores de lava. Es una tecnología indispensable en la determinación del impacto ambiental generado por actividades económicas a cielo abierto como la actividad minera, industrial y agrícola.

El uso de imágenes de diferentes bandas del espectro, permite la localización de agua o la detección de zonas donde ésta escasea, así como el falso color permite destacar las formaciones vegetales. Esta información combinada con las imágenes satelitales de monitoreo del tiempo, permite generar mapas de zonas expuestas al viento y se pueden identificar con buena precisión las zonas más expuestas a los incendios forestales.

Dado que el Google Earth es de acceso público, dispone de herramientas tales como las imágenes multitemporales, efectos 3D, luz y sombra, superposición de topografía, drenaje y medición de la altitud, longitudes y la localización geográfica, en esta escala de monitoreo cualquier ciudadano o las universidades, pueden ejercer la contraloría ambiental de las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial o ABRAE, especialmente en las cuencas altas, así como también la auditoría ambiental de la explotación minera (Figuras 5 y 6).

El Sistema de Gestión Integral del Conocimiento y la Información surgió en la Alcaldía Metropolitana de Caracas, donde se propuso aliar estratégicamente la figura legal municipal denominada "Gabinete Municipal de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos" prevista en la Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos (LGRS-NyT) del año 2009, con un Foro de Expertos de la ciudad radicado en las universidades, para generar un entorno favorable para el trabajo de las OSC con las autoridades locales y así poder cumplir con los objetivos de largo plazo de las agendas de cooperación internacional como es el caso con el Cambio Climático, los objetivos de desarrollo sostenible o las prioridades del Marco de Acción de Sendai, que son:

- Comprender el Riesgo de Desastres
- Fortalecer la Gobernanza del Riesgo
- Aumentar la Preparación para Casos de Desastre
- Invertir en Resiliencia para Reducir el Riesgo de Desastres

En esta plataforma de resiliencia entre la Universidad y el Municipio, la Universidad debe tener la posibilidad de captar o compilar datos, procesarlos, interpretarlos, y transformarlos oportunamente en información útil para todo aquel que la requiera entre los municipios y las

Figura 5. Delgado, 2018. Ampliación de la frontera minera en el Sector Los Pijiguao, en el año 2018, realizada a pesar de que las empresas de Guayana que se sirven de la bauxita están casi paralizadas. Lo llamativo en la imagen Google Earth es que esta explotación está arrasando con una selva virgen de árboles de gran envergadura.



Figura 6. Delgado, 2018. Nótese en los parámetros dados por el SIG Google Earth la localización, altitud, incluso el tamaño de los árboles que están próximos a ser alcanzados por la vía de penetración. Esta herramienta demuestra que la Contraloría Social del Ambiente es factible con tecnologías al alcance de cualquiera que disponga de una PC y de Internet.



OSC, en el formato que mejor se ajuste a su perfil y necesidades.

Si ello es posible, se dispondrá de un sistema de contraloría de la gestión de proyectos, ya que se podrá visibilizar quién, dónde, cuándo y a quién benefician las iniciativas y recursos de los organismos donantes que en consecuencia tendrán la certeza de que su financiamiento se está utilizando para lo que efectivamente estaba previsto.

Asimismo, se podrá tener de manera transparente, información sobre todos los trabajos que distintas organizaciones realizan en una misma cuenca hidrográfica, como es el caso con las universidades, una información que puede estar sistematizada al punto de pasar de la duplicación de esfuerzos, a la complementación de los esfuerzos generándose nuevo conocimiento.

Mientras estuvo operativa la Alcaldía Metropolitana de Caracas, este sistema funcionó como Gabinete de Gestión Integral de Riesgos Ambientales y Adaptación al Cambio Climático, responsable de la Red propuesta por el C-40, de Evaluación de Riesgos por Cambio Climático, que en el Enfoque C40 se encarga de promover ciudades climáticamente resilientes mediante buenas prácticas y priorización de riesgos ambientales.

El Gabinete Metropolitano de Gestión Integral de Riesgos Ambientales y Adaptación al Cambio Climático, tiene soporte desde el punto

de vista académico (Memorias del I Foro Latinoamericano de Reducción del Riesgo de Desastre en la Educación Superior), cuyo tema central fue la Institucionalización de la Reducción del Riesgo de desastres vinculado a las instituciones de Educación Superior (Panamá, agosto de 2012).

La estrategia cognitiva del Plan de Reducción de Riesgos Ambientales y Adaptación al Cambio Climático impulsado por la Alcaldía Metropolitana de Caracas es la Estrategia de Vinculación de la Investigación y la Docencia con la Extensión en las Organizaciones (Estrategia V.I.D.E.O.) que se propone como estrategia para la Red de universitarios de Latinoamérica y El Caribe para la Reducción del Riesgo de Desastres (Redulac).

Redulac, como red de actores estratégicos líderes en la comunidad de educadores, puede ser un componente de la Plataforma Social, una instancia interuniversitaria para vincular sistemáticamente la investigación con la docencia y la extensión en las organizaciones.

De allí que la Estrategia V.I.D.E.O. sentó sus bases gracias a los proyectos precursores "Planificación y Gestión para la Reducción de Riesgos Ambientales en Municipios Urbanos" y "El Currículo como Agente reductor de la vulnerabilidad" ambos financiados por el Fondo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Fonacit) y se consolidó con el Proyecto Comunidad de Práctica y Conocimiento mediante la Estrategia V.I.D.E.O." posible gra-



cias al financiamiento de la Universidad Internacional de Florida.

Estos tres proyectos determinaron los contenidos, la terminología básica de gestión de riesgos, y se elaboró un tesoro, como aporte para el uso de las redes sociales, de la Internet y de los repositorios institucionales de información, como "Saber UCV". También se determinaron las herramientas adecuadas para la educación a distancia, las aulas virtuales, que fueron implementadas en la primera y segunda cohorte del *Curso de Perfeccionamiento Profesional en Gestión Integral de Riesgos en la Planificación Ambiental*.

Este curso tiene al objetivo estratégico de consolidar la Plataforma Social, mediante la formación de la comunidad de investigadores y de educadores como equipo de gestión del Plan de Reducción de Riesgos Ambientales y Adaptación al Cambio Climático. Varios de los egresados en lo sucesivo se han ido convirtiendo en *influencers* en las comunidades estratégicas en donde se desenvuelven y algunos de ellos ya son profesores o docentes invitados en el Curso de Perfeccionamiento Profesional en Gestión Integral de Riesgos en la Planificación Ambiental.

CONSIDERACIONES FINALES

De acuerdo con el Portal del Ministerio del Poder Popular para la Educación Superior, el objetivo de la Socialización del Conocimiento es orientar esfuerzos técnicos, financieros y humanos mediante el desarrollo de proyectos de investigación, innovación y socialización del conocimiento que apoyen a la estructura socioproductiva nacio-

nal y den respuesta a los principales problemas que afectan el desarrollo del país.

Es necesaria la formación de la Plataforma Social, así las TIC como recurso informático se vincularan a las redes sociales y en la medida de lo posible a los medios de comunicación social convencionales en un circuito de divulgación donde participarían las OSC, la Academia, los municipios y todos los actores estratégicos que pueden contribuir con la sostenibilidad desde el conocimiento, fortaleciendo el diálogo de saberes.

Para hacer posible la contraloría social del ambiente y la autoprotección en caso de desastres, es menester fortalecer la Plataforma Social y ello implica que la valoración, el monitoreo y la auditoría ambiental tanto como el uso de las herramientas tecnológicas que están disponibles en la Web sean materia obligatoria en las carreras universitarias. Más aún, desde la Escuela Básica debe enseñarse el pensamiento complejo.

Las tecnologías mostradas hasta ahora requieren de una Sede para operar, que en la Alcaldía Metropolitana de Caracas fue concebida como el Observatorio Ambiental Metropolitano ya que, más que la Plataforma Tecnológica del SIGMA, se requiere el soporte, fundamental, imprescindible, de una nueva institucionalidad ambiental.

Este trabajo, complementado con otros que se desarrollan en paralelo, será el soporte para un próximo Curso de Tecnologías Aplicadas a la Gestión Integral del Ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cenamb-Centro de Estudios Integrales del Ambiente (1998) Desarrollo del Sistema de Información Geográfica para la Reducción de Riesgos Socionaturales del Municipio Autónomo Valencia (SIGRRSN). Sistema Municipal de Gestión Estratégica del Ambiente del Municipio Valencia. Instituto Municipal del Ambiente del Municipio Valencia. Plan Valencia 2020.
- Cenamb-Centro de Estudios Integrales del Ambiente (2017) Estudio de vulnerabilidad urbana para el proyecto de obras de control de aludes torrenciales en cuencas del flanco sur del Macizo El Ávila.
- Delgado J. (1998) Planificación para la gestión ambiental. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Magíster Scientiarum en Planificación Urbana. Instituto de Urbanismo. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Delgado, J. (2003) "Desarrollo de un sistema municipal de gestión estratégica del ambiente", en Manero y Pastor, *El espacio latinoamericano. Cambio económico y gestión urbana en la era de la globalización*. Universidad de Valladolid. España
- Delgado, J.(2007) La vulnerabilidad humana. Del paradigma de la resistencia al paradigma de la resiliencia. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Doctor en Arquitectura. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV. Caracas .
- Delgado, J. (2013a). "La vulnerabilidad urbana. Un enfoque ambiental y sistémico", en *Revista Urbana Digital*. Año 1, N° 30, Instituto de Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Delgado, J. (2013b). Documento síntesis del Plan Metropolitano de Reducción de Riesgos Ambientales y Adaptación al Cambio Climático. Caracas.
- Delgado, J. et al. (2017a) Estudio de vulnerabilidad urbana. Proyecto de prefactibilidad de obras de control de aludes torrenciales en cuencas del flanco sur del macizo El Ávila. Proyecto bajo la responsabilidad del Instituto de Mecánica de Fluidos de la Universidad Central de Venezuela.
- Delgado, Jiménez y Barreto (2017b) Gestión Integral de Riesgos en la Planificación Ambiental. Curso de perfeccionamiento profesional. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Área de Acondicionamiento Ambiental. Universidad Central de Venezuela.
- Delgado, Jesús (2018) Estrategia VIDEO. Comunidad de práctica y conocimiento mediante la estrategia de vinculación de la investigación y la docencia con la extensión en las organizaciones. Trabajo de Ascenso para optar a la Categoría de Profesor Titular. Universidad Central de Venezuela. Trabajo en Revisión.
- Loreto, B. (2017). Planificación solar urbana. Propuesta de uso del sistema solar térmico para el municipio Baruta, estado Miranda. Trabajo especial de grado para optar al Título de Magister Scientiarum en Estudios Ambientales. Cenamb, Universidad Central de Venezuela. Cátedra SINaxis. CENAMB – UCV y Curso de Perfeccionamiento Profesional en Gestión Integral de Riesgos en la Planificación Ambiental. Caracas, noviembre de 2017.
- Manero, F. y Pastor, Luis (compiladores) (2003) *El espacio latinoamericano. Cambio económico y gestión urbana en la era de la globalización*. Universidad de Valladolid. España.
- ONU-Organización de las Naciones Unidas (2015) Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Descargado el 29/11/2017 en: <https://www.unisdr.org/files/43291spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf>
- Pacific Consultants International en asociación con Oyo International Corporation para la Agencia de Cooperación del Japón (JICA) (2005) Estudio sobre el Plan Básico de Prevención de Desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas en la República Bolivariana de Venezuela. Informe Final.
- REDULAC-Red de Educadores en América Latina para la Reducción de Riesgos de Desastres (2012). Memorias del I Foro Latinoamericano de Reducción del Riesgo de Desastre en la Educación Superior. Ciudad de Panamá, agosto de 2012.



República Bolivariana de Venezuela - Asamblea Nacional. (2009) Ley de Régimen Municipal a dos Niveles del Área Metropolitana de Caracas, publicada en la Gaceta Oficial N° 39.276 del 1° de octubre de 2009.

República Bolivariana de Venezuela - Asamblea Nacional (2009) Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos. Gaceta Oficial N° 39.095 del 9 de enero de 2009.

Rosenzweig, C.; Solecki, W.D.; Hammer, S.A.; Mehrotra, S. (Eds.) (2011) Urban Climate Change in Context. Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 3-11.p. 5. Traducción propia.

Sarmiento, Juan; Quiroga, Silvia y Gawronski, Vincent (2012) "Reducción de Riesgo a Desastres en América Latina: las comunidades de práctica como medio de aproximación desde las universidades", en Revista *Natural Hazard Informer*. Natural Hazard Center. Universidad de Colorado. Boulder, Colorado.

Universidad Central de Venezuela (2018). Colapso Académico Inducido: Descripción y Soluciones. Vicerrectorado Académico. VDRAC-UCV. Caracas.