

Mapa de Riesgo Satelital como Estrategia Didáctica para la Identificación de Rutas de Evacuación y Advertencia en caso de Tsunamis en las Escuelas Costeras de Venezuela

Ángel J. Betancourt, *Investigador de Apoyo Científico. Funvisis*

Satellite Risk Map as a Didactic Strategy for the Identification of Evacuation Routes and Warning in the Case of Tsunamis in the Coastal Schools of Venezuela

Resumen— En Venezuela a través de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (Funvisis), se ha determinado con estudios de geología y paleo-sismología, eventos de tsunamis que han impactado nuestras costas desde el año 1530. Algunos de estos eventos cuentan con evidencias históricas registradas y huellas ambientales conocidas por la ciencia moderna. Se conoce además, según Funvisis, (2002) que han ocurrido 27 eventos con estas características, los cuales han logrado alcanzar olas en la costa, de entre 2 a 5 metros de altura. Sin duda alguna, causaron un impacto en su momento, sin embargo, en la modernidad que nos rodea, caracterizada por grandes construcciones y crecimiento de la población, estos mismos escenarios ocurridos hace años pudieran afectar de manera grave a nuestra población. Es por esto que Venezuela viene participando desde el año 2011, ejerciendo roles de planificación de simulacros en nuestras costas, en las principales comunidades e instituciones que corren un alto riesgo de poder afectarse. Nuestros docentes en la actualidad no cuentan con la información precisa para tratar estos temas con la comunidad educativa, por ello, se plantea el uso de las tecnologías de la información como, la Agencia Bolivariana de Actividades Espaciales (ABAE), el Centro de Procesamiento Digital de Imágenes (CPDI), El instituto Geográfico Simón Bolívar (IVCG) y la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (Funvisis) entre otras, con la intención de enseñar estos contenidos de una forma didáctica para que el docente aprenda a reconocer los riesgos de su comunidad educativa a través de la interpretación de las imágenes satelitales.

Palabras claves— educación, imágenes, mapa de riesgo, satélite, tsunami.

Abstract— In Venezuela through the Venezuelan Foundation of Seismological Investigations (Funvisis), has been determined with Studies of geology and paleo-seismology, tsunami events that Have impacted our coasts since the year 1530. These events have recorded historical evidence and Environmental footprints known by modern science. Is known In addition, according to Funvisis, (2002) that 27 events These characteristics, which have managed to reach waves in the Coast, between 2 to 5 meters high. They undoubtedly caused An impact at the time, however, in the modernity that Surrounding us, characterized by large constructions and Growth of the population, these same scenarios occurred Years ago could affect Grave to our Population. This is why Venezuela has been participating since 2011, exercising planning roles for drills in Our coasts, in the main communities and institutions Which are at high risk of being affected. Our

Teachers Currently do not have the necessary information to To address these issues with the educational community. The use of information technology, such as the Bolivarian Agency of Space Activities (ABAE), the Center Digital Image Processing (CPDI), the institute Of the Simón Bolívar Geographical Institute (IVCG) and the Venezuelan Seismological Investigations (Funvisis) among others, with the Intention to teach these contents in a didactic way So that the teacher learns to recognize the risks of his Educational community through the interpretation of Satellite images.

Index Terms— education, images, risk map, satellite, tsunami.

I. INTRODUCCIÓN

Bajo el ritmo cambiante de nuestra sociedades y el mundo en general, con criterios y conocimientos tecnológicos, se hace necesario involucrar la reducción del riesgo de desastres en esta temática, ciertamente no es algo nuevo la tecnología satelital y los usos que se hace para estudiar determinadas zonas urbanas, rurales e incluso aquellas más alejadas de la población.

Con esto, se quiere llegar a establecer en las comunidades el uso adecuado de estas tecnologías, en el caso de Venezuela se encuentra la Agencia Bolivariana de Actividades Espaciales (ABAE), el Centro de Procesamiento Digital de Imágenes (CPDI), El instituto Geográfico Simón Bolívar (IVCG) y la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (Funvisis) entre otras, quienes con sus recursos, talento humano y capacidades tecnológicas, pueden ofrecer, formación comunitaria y escolar especializada en materia de riesgos, esta investigación plantea los términos específicos en amenazas costeras provenientes del movimientos de placas tectónicas en la región caribeña y/o fracturas geológicas capaces de producir rupturas en el fondo marino, mejor conocidas como fallas.

En el año 2015, en el mes de julio, se dio una alerta naranja en las costas de la isla de Granada, en las Antillas menores, específicamente a 15 kilómetros de sus costas, producto del volcán Kikem Jenny, el cual está sumergido actualmente, dicha alerta, llego a todos los países y regiones costeras del Caribe ante la posibilidad de la inminencia de una fuerte erupción que traiga consigo un Tsunami, motivado a esto

Venezuela ha ido incrementando los esfuerzos para preparar a la población costera escolar y comunal, incluso a través de aspectos técnicos y científicos, como lo es la reciente adquisición a través del Ministerio de Eco socialismo y Aguas de equipos multifuncionales, como mareógrafos, para determinar el comportamiento y los niveles de nuestras zonas costeras.

Sin embargo, frente a todos estos avances de las tecnologías, se hace necesario un esfuerzo para establecer los mapas de riesgos, vistos desde imágenes satelitales, para comprender toda la variedad de fuentes de peligro ante un Tsunami y sismo, pero a su vez trazar metas y objetivos claros para identificar adecuadamente las rutas de evacuación de la zona, tomando en consideración los relieves, altura y deformaciones del punto en estudio y su posible impacto ante un tsunami.

Por otra parte teniendo esas caracterizaciones de la zona, se hace necesario ubicar las señales de información y advertencia universal en caso de tsunamis. Todo este trabajo debe ir articulado con los gobiernos locales para conseguir el éxito.

II. MÉTODO

Se propone en esta investigación, establecer una línea de trabajo con la ABAE, CPDI, IVCGV y Funvisis para la formación docente y comunitaria en escuelas pilotos del estado Vargas y Miranda, quienes por su cercanía a las costas pudieran sufrir daños importantes, en este caso en particular, se quiere identificar el complejo educativo Vargas en la Guaira, quienes con instalaciones de educación inicial, básica, bachillerato y especial, los hacen vulnerables ante la ocurrencia de este evento.

La principal metodología es aplicar un diagnóstico previo de la zona en sus condiciones físicas, es decir altura del terreno, distancia de la costa a la escuela, determinación de oleajes y tamaños frente a un escenario hipotético, objetos que pueden ser impulsados tierra adentro por un tsunami y la estimación de los daños, entre otros.

Como muestra de esta metodología propuesta, se muestra en la figura 1, la identificación del mapa satelital perteneciente al estado Vargas, específicamente donde se encuentra uno de los complejos educativos propuestos para el estudio, el mismo dada la cercanía a la costa, presenta un riesgo ante Tsunamis, por lo cual se debe establecer las principales rutas de evacuación de la zona con la intención de ubicar los puntos seguros, señales informativas en caso de tsunami en sus distintos conceptos, ya que se tienen las siguientes: zona de inundación, vía de evacuación y zona segura.

Parte de estas acciones, han sido involucradas desde el año 2011 por parte de Funvisis en todos los simulacros de tsunami denominados Caribe Wave.

Se plantea para el año 2018, incorporar a la ABAE en estas actividades con el objetivo de establecer líneas de investigación técnicas en la elaboración de los mapas hacia las comunidades, igualmente, establecer otros protocolos de formación y respuestas para el caso de las gobernaciones y alcaldías.

Adicionalmente, existen otros aspectos que se deben mejorar a nivel de plataformas para la obtención de imágenes con alta resolución,



Fig.1. Complejo educativo Vargas. Edo. Vargas

Sin embargo, de manera precisa no se muestra claramente y ampliado las calles presentes, riesgos externos e internos de la zona, por lo que se requiere el apoyo de estas instituciones en brindar mapas precisos y detallados que puedan usarse en la identificación de las amenazas costeras.

Es por esto que es importante dar a conocer estos estudios al grupo docente del complejo educativo y a las zonas aledañas comunitarias a través de talleres formativos para el uso de las tecnologías y la consecuente aplicación en el campo de estudio, ya que de manera aérea la comunidad escolar y general se pueden percatar de sus fortalezas y debilidades ante estos fenómenos.

Como se puede apreciar en esa misma figura, muestra una zona de inundación por ola de 2 metros sobre el nivel del mar, es decir con una sola ola la inundación abarca una gran parte del terreno, por lo que en la llegada de varias olas con las mismas condiciones se afectará severamente la comunidad y escuela.

La fase de los talleres formativos, indica la integración de las instituciones con las comunidades y escuelas para preparar a la población, de una manera didáctica y significativa para promover los planes de reducción del riesgo ante tsunamis, incluye una fase practica de reconocimiento a pie del campo de estudio para tomar los valores que se necesitan, para luego procesarlos a mano alzada a través de un dibujo como se muestra en la figura 2.



Fig. 2. Dibujo a mano alzada para identificar riesgos

Esta acción importante, siempre debe ser guiada por los expertos de las instituciones que se proponen para luego pasar a una de las fases más complejas que sería digitalizar toda esa información obtenida, el insumo necesario es poder georreferenciar cada uno de los puntos inspeccionados en la salida de campo, para utilizar algún programa como el Argis y/o Qgis, para ello deben existir expertos comprometidos a esta tarea en la formación de los docentes y las comunidades.

Se quiere lograr una vez obtenidos estos dos procesos, verificar la información en cuanto a tiempos de evacuación, daños a las infraestructuras inundación y recopilar los datos tal como se muestra en la figura 3, ese mapa es de la región de Chile en las costas donde se muestra una información que destaca como sería la afectación de un tsunami en un escenario hipotético diurno.

El mapa fue elaborado por los investigadores Betancourt A, Parra J. Muñoz J, Surujpal D, en la Pontificia Universidad Católica de Chile para los procesos formativos hacia las comunidades en al año 2016.

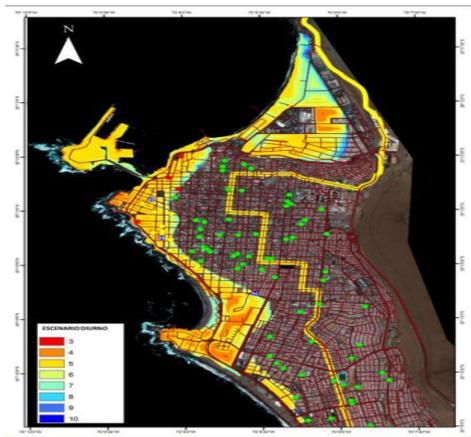


Fig. 3. Estimación de elementos de evacuación, daños e inundación en las costas de Chile. (2016)

Como se puede apreciar, estos mismos aprendizajes y conocimientos técnicos y operativos se quisieran poner en práctica hacia nuestras costas en Venezuela, para la correcta planificación urbana enmarcada en la reducción del riesgo por tsunamis utilizando los medios tecnológicos que las instituciones oficiales manejan.

III. ELABORACIÓN DEL MAPA DE RIESGO SATELITAL EN TIEMPO REAL A TRAVÉS DE LA SALA SITUACIONAL Y VÍDEO CONFERENCIAS A NIVEL NACIONAL

El avance tecnológico ha incursionado en la sociedad a través de herramientas que se ajustan a cualquier espacio de trabajo, permitiendo que la interacción a través de medios tecnológicos como la videoconferencia satisfaga necesidades de comunicación para el trabajo colaborativo. Sin embargo, no es suficiente el uso de esta herramienta para que el objetivo de comunicación en un área específica se cumpla.

Esto debido a que se deben cumplir ciertos parámetros, primeramente de información oportuna a la población para transmitir la comunicación sin rumores o falsas alarmas.



Fig. 4. Sala situacional Funvisis y, presidente informando al país de la alerta ante tsunami

Dada la experiencia previa en simulacros de tsunami se ha determinado la necesidad de que exista un protocolo de comunicación que establezca de forma efectiva como debe ser la interacción entre los distintos entes que intervienen durante la situación de emergencia generada por un evento tsunamigénico. La Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (Funvisis) junto a otros entes como Protección Civil, Cuerpos de Bomberos e Instituciones Regionales y Nacionales de la Zona Costera Venezolana se prepara cada año para el ejercicio de simulacro de tsunami “Caribe Wave”.

El objetivo de este simulacro es, conocer en tiempo real datos sobre la ocurrencia y su afectación y así tomar decisiones de forma acertada para el manejo y difusión de dicha información a través de boletines de alerta ayudando a salvaguardar a la comunidad que pudiese verse afectada por la ocurrencia del evento tsunamigénico, en una zona costera específica, buscando con ello la actuación efectiva de los distintos entes que conforman la sala situacional.

Para el uso de la videoconferencia en la experiencia del simulacro se utilizó *Hangout*, cámaras web, micrófonos, conexión a internet, equipos de computación con sistema operativo de diversos entornos por ser multiplataforma.

Durante la actuación del simulacro se evidenciaron varios inconvenientes, lo cual sugiere que el protocolo propuesto debe incluir, entre otras cosas, normas para la moderación de la videoconferencia, la necesidad de un registro con información de contacto de las instituciones o entes que deberían participar en la actividad, y mecanismos que permitan mantener la comunicación en caso de contingencias técnicas.



Fig. 5. Sala situacional Funvisis y, presidente informando al país de la alerta ante Tsunami

IV. EVIDENCIAS DE USO DEL MAPA DE RIESGO SATELITAL

Durante el cuarto ejercicio internacional para simulacros de tsunami en el Caribe, Venezuela, a través del estado Falcón, específicamente en el municipio Carirubana, se pudo observar la implementación de esta tecnología digital por parte de los funcionarios de Protección Civil, quienes usando las imágenes satelitales procesadas por la coordinación de geomática de FUNVISIS, se dio a conocer a la población y demás organismos involucrados los riesgos presentes en la costa, las zonas seguras, sistema de monitoreo y sirenas, puntos de acopio, líneas de acción, entre otros.

Esta experiencia, logró quedar en los planes operativos de estos organismos, con el firme propósito de masificar el conocimiento a nivel nacional y poder tener mapas de singulares características en todas las zonas costeras.

Sin embargo, se necesita un plan especial para poder dictar estos talleres formativos a nivel nacional, y/o tratar de escoger estados pilotos que sirvan para la experiencia.

Por otro lado, se debe caracterizar los tiempos y arribo de las olas en la costa, definir los relieves y niveles de altura frente a la costa, tiempo de desalojo por grupos sociales, entre los que destacan niños, mujeres, adultos mayores, entre otros, con estos datos se puede definir con exactitud un mapa satelital aportando variedad de datos al mismo, tal como se observa en la figura 6.



Fig. 6. Mapa de riesgo satelital en el municipio Carirubana. Falcón realizado por Protección Civil y otros organismos.

En Venezuela, muchos organismos de protección ante las emergencias, cuentan con estrategias digitales para establecer y delimitar sus riesgos, pero estos son establecidos de manera interna, sin incluir la participación de las comunidades y otros otras instituciones para tal fin, en este caso en particular la ABAE el CPDI y el IVCG.

Se debe interactuar más con estas instituciones y no depender de otras herramientas externas, tal es el caso de Google Maps, la cual es la aplicación utilizada por excelencia a nivel laboral, de investigaciones por muchos estudiantes y profesionales.

Es por ello, que se muestran estos avances y experiencias en el campo digital, satelital para el uso de las imágenes satelitales con mucho más precisión y alcance en el estudio de los riesgos por tsunamis en Venezuela.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para lograr resultados satisfactorios, es necesaria la cooperación de las instituciones expertas en la materia de procesamiento digital de imágenes, para masificar el conocimiento técnico y científico hacia las comunidades escolares y su entorno, los docentes se deben preparar en estos temas para la prevención y respuesta ante tsunamis en Venezuela.

En cuanto al trabajo con los gobiernos locales es indispensable, involucrarlos en todos los procesos previos a la elaboración de los mapas de riesgos satelitales, ya que son la autoridad local para permitir la instalación de señales informativas ante los tsunamis en las zonas costeras, igualmente, son aliados para la preservación de las mismas e incluso se pudiera contar con su apoyo.

Seguidamente, se estará realizando un diagnóstico mucho más profundo en la zona propuesta de estudio en Vargas y Mirada con el firme propósito de establecer el conocimiento que tienen los docentes, estudiantes, comunidades y autoridades locales de gobierno acerca de los tsunamis y sus impactos en Venezuela.

Sin embargo, se muestra algunos resultados, previo diagnóstico, realizado en el estado Vargas, aprovechando el sexto simulacro de desalojo en el Caribe, realizado en el complejo educativo Vargas, en esta ocasión se recopiló información de los docentes basando en los conocimientos teóricos/prácticos acerca de los mapas de riesgos satelitales y la funcionalidad que se puede lograr con el tema para la reducción del riesgo ante tsunamis.

TABLA I
DIAGNÓSTICO PREVIO A LOS DOCENTES DEL COMPLEJO EDUCATIVO VARGAS ACERCA DEL CONOCIMIENTO EN MAPAS DE RIESGOS SATELITALES.

Ítems	Docentes de centro de educación inicial		Docentes de Centro de educación especial		Docentes básica y diversificada	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1 Sabe lo que es un mapa de riesgo		X	X		X	
3 Conoce acerca de imágenes satelitales		X		X		X
4 Reconoce el riesgo costero ante tsunamis en la costa del Estado Vargas.		X		X	X	
5 Han ocurrido Tsunamis en Venezuela		X		X	X	
6 Conoce herramientas digitales e instituciones que promuevan el uso de imágenes satelitales		X		X		X
7 Considera usted se puede identificar rutas de evacuación y señales de información ante tsunamis con imagen satelital	X		X		X	

De esta muestra previa para el diagnóstico, se ha podido establecer que los docentes reconocen muy poco las herramientas digitales y tecnológicas que pueden tener para reducir el riesgo, así mismo, no tienen experiencia en el campo de la elaboración de los mapas de riesgos satelitales, aunque, tienen una idea en común y es que al presentarles la posibilidad que a través de un mapa digital se pueden establecer rutas de escape e identificación de señales de información ante tsunamis, les pareció novedosa la información.

Adicionalmente, se muestra los resultados obtenidos a través del gráfico representado en la figura 7, donde se muestra la distribución de las respuestas a las interrogantes planteadas, donde claramente se observa que los docentes están interesados en aprender estas nuevas tecnologías sobre los mapas de riesgo satelitales.

Sin embargo, también se observa el poco conocimiento en la elaboración de los mapas de riesgos y el riesgo ante tsunamis para nuestro país.

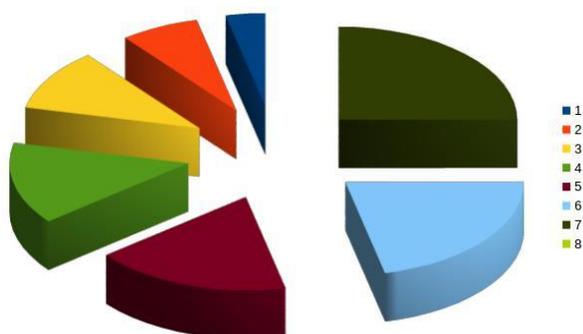


Fig. 7. Distribución de respuestas asociadas al diagnóstico previo en los docentes de los distintos complejos educativos

VI. CONCLUSIONES

Las instituciones venezolanas, que manejan actualmente las herramientas y recursos digitales en la elaboración de mapas de distintos temas, se hace necesaria y pertinente la formación comunitaria y escolar para la reducción del riesgo ante tsunamis, esto con el firme propósito de tener comunidades formadas y listas para enfrentar estas amenazas, sin embargo, es prioridad establecer talleres y uso de estas tecnologías para identificar rutas de evacuación, tiempos de desalojo, ubicación de señales de información, datos de impacto de olas, altura del relieve, entre otros, para apropiarse a las personas de este tema importante.

La reducción del riesgo ante tsunamis es un tema muy nuevo en Venezuela, a pesar de la larga historia geológica que ha demostrado, el impacto de los mismos en costas de Venezuela, producto de amenazas costeras en el Caribe como volcanes y fallas geológicas de importancia.

La población en general no ha vivido en épocas recientes un impacto de esta naturaleza, el evento tal vez más significativo y adecuado a investigaciones de Funvisis, (2002) se data del año 1929 hacia las costas orientales y 1955 hacia las costas occidentales tal como lo confirman Lander & Lockridge, (1989) en su descripción gráfica de los tsunamis que han impactado en territorio nacional.

VII. AGRADECIMIENTOS

En total agradecimiento a las personas, funcionarios, estudiantes, docentes e innumerables instituciones que vienen participando desde el año 2011, en la promoción de los avances presentados en este artículo de investigación.

REFERENCIAS

- [1] Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) Consulta de los artículos 55 y 326 de la Constitución, relacionados a derecho y deberes en la formación hacia la seguridad de la nación en todos los aspectos políticos, ambientales, entre otros.
- [2] Centro Nacional de datos Geofísicos de la NOA (2011) Interpretación de imágenes para la recopilación y distribución de tiempos y llegadas de olas ante Tsunamis en las costas de Chile.
- [3] Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (2001) Sismos históricos de Venezuela desde el año 1530 hasta la actualidad, caso especial sismo y tsunami local en Cumaná. Edo. Sucre.
- [4] Diario el Universal: Terremoto de Cumaná 1929
Universidad de los Andes: Centro de Investigaciones. Terremoto de Cumaná 1530
- [5] Lander, James F., and Patricia A. Lo & ridge, (1989) Tsunamis 1690-1988, Publication 41-2, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Geophysical Data Center, Boulder, CO, 265 pp



Ángel J. Betancourt. Nació en Caracas-Venezuela, se ha destacado en el área educativa, logrando obtener dos títulos en el área de la Educación Integral y también en Educación Ambiental, en el Instituto Universitario Jesús Obrero, a través del Centro de Profesionalización de Fe y Alegría. Actualmente, estudia una Maestría en Educación Ambiental, bajo la línea de Investigación en Gestión de Riesgos

en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) Se ha especializado en diplomados en el exterior a través del gobierno de Chile para la formación de funcionarios públicos que trabajen en la gestión del riesgo, estudiando los casos de impactos de terremotos y tsunamis en el campus de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ingeniería. Así mismo, en la Universidad Católica de Valparaíso en la escuela de Ciencias de Mar se formó en la interpretación y búsqueda de Tsunamis históricos.

Igualmente, logró obtener una beca de la Universidad Católica Andrés Bello en Venezuela para la formación especializada en el desarrollo sostenible de la Ecología y Ambiente para Docencia Universitaria, abordando en todo sus aspectos el riesgo ambiental. Tiene múltiples cursos en el área de amenazas, riesgos y educación, se ha destacado en la publicación de diversidad de artículos en memorias, revistas y congresos que se dedican a la mitigación del riesgo nacional e internacional. Es Investigador acreditado por el Observatorio Nacional de Ciencia y Tecnología en Venezuela, promoviendo artículos de carácter técnico, científico y educativo para la población venezolana.

Especialista con once años de experiencia en la gestión integral del riesgo, docente, investigador e instructor de (Funvisis), ha desempeñado varias funciones, entre las que destacan las siguientes: Coordinador para la Gestión del Riesgo en Espacios Urbanos, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, abordando aspectos de planificación urbana para el riesgo tecnológico, hidrometeorológico y geomorfológico de las Ciudades Valle de la Pascua y San Juan de los Morros en el estado Guárico.

Adicionalmente, ha desempeñado funciones desde el año 2011, en la organización y planificación de simulacros de desalojo para casos de Tsunamis, cumpliendo roles emanados de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), estas acciones lo han llevado a ejercer la coordinación nacional en Venezuela para ejecutar los procedimientos y protocolos de respuestas ante la emergencia en caso de amenazas costeras relacionadas con eventos de tsunamis y sismos, organizando mesas de trabajo en la integración de organismos públicos y privados que pueden responder ante estos casos.