

ISSN 2477-9253

☆☆☆☆☆ Revista de Ciencias de ☆☆☆☆☆
Seguridad y Defensa

Número III



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



2016

Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

2016

Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa

Revista oficial del Departamento de Seguridad y Defensa de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

2016

Periodicidad

Trimestral (marzo-junio-**septiembre**-diciembre)

Número 3

Editor general:

Theofilos Toulkeridis

Co-editor (es):

Carlos Vasco Cevallos

Fernando Mato

Comité Editorial:

Milton Patricio Rodriguez Rojas

Humberto Anibal Parra Cardenas

Alejandro Lenin Recalde Galarza

Milton Eduardo Escobar Arizaga

Dr. Fabian Rodriguez Espinosa

Diseño de Portada y contraportada

David Cabrera R.

Edición gráfica, diseño y diagramación

David Cabrera R.

Preguntas y Correspondencia

Theofilos Toulkeridis

ttoulkeridis@espe.edu.ec

La revista de Ciencias de Seguridad y Defensa es un órgano de difusión científica semestral del Departamento de Seguridad y Defensa de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, cuyos contenidos giran en base a temas como: seguridad, defensa, gestión de riesgo, patrimonio natural y cultural, prevención, mitigación, resiliencia, historia militar, sociología militar, geopolítica, educación militar, estrategia, paz y desarrollo.

Los contenidos de los artículos, aquí publicados, son de responsabilidad de los autores.

Como citar (ejemplo)

Dávalos Suárez, J., 2016: Una aproximación a la Oceanopolítica. Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa, 1 (1): 13-18

Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa

2016

ISSN 2477-9253

Sumario

Número 3, 2016

ANÁLISIS MULTI-TEMPORAL Y CUANTIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA DESTRUIDA EN EL CANTÓN PEDERNALES, PROVINCIA DE MANABÍ, TRAS EL TERREMOTO DE MAGNITUD 7.8 Mw Andrea Alegría, Lorena Caiza, Karen Calvopiña, Jessica Lisintuña, Heidi Mancero, Gabriela Molina, Gabriela Mora, Mónica Pillajo, Alejandra Román, Patricia Vilela, Nataly Zambrano y Theofilos Toulkeridis	1
IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RECURRENCIA DE INCENDIOS FORESTALES MEDIANTE ANÁLISIS MULTITEMPORAL Y APLICACIÓN DE ÍNDICES ESPECTRALES, EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO María José Columba Tallana, Wendy Alezandra, Quisilema Ron, Oswaldo Padilla Almeida, Theofilos Toulkeridis	7
PREPARACIÓN EN EL MANEJO DE RIESGOS Y CRISIS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE DELANTE DE FENÓMENOS CATASTRÓFICOS DE ORIGEN NATURAL – PRE-TERREMOTO DEL 2016 Theofilos Toulkeridis, Jomara Flores, Jenny Artieda	15
VISUALIZACIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR E IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE CONFLICTO A LO LARGO DE UN TRAMO DE LA AUTOPISTA GNRL. RUMIÑAHUI. David Carrillo, Christian Sánchez, Oswaldo Padilla	29
CUALIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE FALLAS GEOLÓGICAS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO Antonio Acosta, Diego Guerrero, Raúl León, Pablo Oña, Mario Cruz, Theofilos Toulkeridis	35
HIDROLOGÍA Y SEDIMENTOLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO SANTA CLARA Marco Masabanda, Byron Morales, Alex Guzman	43
CIUDAD DE ESMERALDAS: ¿VULNERABILIDAD O DESARROLLO? Mario A. Cruz D’Howitt	59
EL CONCEPTO DE FRONTERAS DE PAÍSES – UNA EVALUACIÓN DEL CASO DEL ECUADOR Carlos Vasco Cevallos	69
EL NIÑO SINTÉTICO Y EL NIÑO MEDIÁTICO (OPINIÓN) Fernando Mato	93

MENSAJE INICIAL

Para el Departamento de Seguridad y Defensa, es un orgullo presentar este tercer número de la Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa. Es un documento de carácter científico para divulgación de la investigación en las líneas de Seguridad y Defensa, abierta a toda la comunidad educativa, docentes, instructores e interesados en nuestro ámbito de estudio. El principal objetivo es contribuir con aportes científicos y de calidad, para lo cual se contó con la colaboración de expertos en la materia y con reconocida trayectoria profesional. En este sentido, para la publicación de artículos se consideró temas contemporáneos de interés general. Nuestra política de acceso abierto permite la transferencia de conocimiento no sólo al mundo militar, sino también a la sociedad en general, por lo que pretendemos que esta revista se convierta en una herramienta de divulgación de la investigación en Seguridad y Defensa. Agradezco a todos los lectores por el interés en ésta publicación, y especialmente a quienes han invertido su tiempo para participar con sus artículos. Gracias a su interés y aportes podremos seguir mejorando y dando cuenta de las nuevas tendencias en cuanto a Seguridad y Defensa y de historias cosmopolitas ejemplares que tienen lugar en dicho ámbito y que resultan de interés para todos. La misión del Departamento de Seguridad y Defensa esta enfocada en promover el desarrollo científico y tecnológico en éste campo de estudio, así como promover proyectos pioneros en los que trabaja la Universidad de Fuerzas Armadas - ESPE. Confío que los contenidos de este número sean de su interés y que sirvan para estudios y publicaciones futuras. Asimismo, invito a todos ustedes a brindar su contingente en futuras ediciones.

Freddy Leonardo Vásquez Carpio. MSc.
Tcrn. de CC.EE
Director del Departamento de Seguridad y Defensa

EDITORIAL

Seguridad y Defensa se convierten en el caso de El Ecuador, en uno de los pilares fundamentales para su desarrollo, y piedra angular para lograr su soberanía; la generación de conocimiento en este ámbito, y su transmisión hacia y desde la Academia, resultan entonces fundamentales para enfrentar como país los retos a los que nos direcciona el nuevo milenio a nivel geopolítico y de riesgos naturales. En este contexto, la Revista de Ciencias en Seguridad y Defensa contribuye a este fin abordando desde un enfoque académico las diferentes temáticas relacionadas con la seguridad nacional en sus diferentes vertientes y complejidad.

Como uno de los países más biodiversos y geológicamente singulares del planeta, tal honor conlleva un alto coste desde la perspectiva de los riesgos naturales a los que está expuesto el país y el nivel de resiliencia actual para enfrentarlos. En este sentido el período 2015-2016 ha sido especial reflejo de ello, haciendo concurrir en el mismo las diferentes amenazas naturales recurrentes que afectan al Ecuador. Tras la necesaria fase de obtención y análisis de resultados, llegan a nuestra Editorial un importante número de artículos relacionados con dichas amenazas, y que tras su selección conforman el cuerpo central del número que tiene el lector en sus manos.

De este modo, y a un año de la tragedia que sacudió Ecuador, el primer artículo de la revista está dedicado a llevar a cabo una cuantificación de daños en la infraestructura del Cantón Pedernales, una de las zonas más afectadas por el terremoto de 16 de abril de 2016. Las lecciones aprendidas nos hacen reflexionar sobre la necesidad de disponer a futuro de una política nacional de fiscalización en la aplicación de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, tal como se puede extraer de los resultados presentados por los autores de dicho artículo. El crecimiento de las ciudades, por otra parte, nos hace darnos cuenta también de que el desarrollo como motor de dicho crecimiento incide negativamente sobre la vulnerabilidad cuando no va acompañado de una correcta planificación urbanística y demás factores que incrementan la resiliencia. Así, ¿vulnerabilidad o desarrollo? es la pregunta que se hace en este contexto el autor del artículo dedicado a la Ciudad de Manabí.

Junto a las amenazas sísmicas y tsunamigénicas en la costa, las especiales características geofísicas de la Sierra requieren por un lado de una precisa caracterización de sus fallas geológicas, aspecto al que dedica espacio la revista con un artículo sobre su calificación y cuantificación para el Distrito Metropolitano de Quito; pero es también en el manejo de riesgos naturales y sus potenciales crisis asociadas, donde resulta clave hacer un esfuerzo cada vez mayor sobre la preparación de la población. También aquí se derivan muchas e importantes lecciones aprendidas, como las presentadas en el presente número en relación a los simulacros de alerta desarrollados en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en su Campus Matriz de Sangolquí. Además de la recurrente amenaza sísmica que afecta a la cordillera ecuatoriana, la última crisis también recurrente del Volcán Cotopaxi en 2015 nos recuerda que la preparación a la población es más importante que nunca en la prevención de un trágico desastre. El peligro potencial de un descenso de lahares debido al deshielo del glaciar provocado por una futura erupción del Volcán Cotopaxi es una amenaza latente que involucra a una de las principales cuencas hídricas del Valle de Los Chillos: el Río Santa Clara, incluyendo el presente número de la revista un estudio acerca de su hidrología y sedimentología.

Tanto la recurrencia como la concurrencia tienen que ver no solo con las amenazas de origen natural sino también con las amenazas de origen antrópico. Se amplía así el cuerpo central de la revista mediante la inclusión de dos artículos más que abordan su identificación mediante el uso de herramientas de geolocalización aplicadas a dos temáticas diferenciadas: los incendios en el Distrito Metropolitano de Quito, y el tráfico vehicular en un tramo de la Avenida General Rumiñahui.

Cierran la temática de este número dos artículos dedicados a tratar dos temas de importante interés para la seguridad nacional desde el punto de vista geopolítico. El primero tiene que ver con el concepto de frontera y su aplicación al caso de Ecuador, un tema que cobra especial interés en la actualidad debido a CONVEMAR. El segundo, artículo de opinión que cierra el número de la revista, aborda el surgimiento de dos fenómenos adversos para la economía de países como Ecuador y Perú, *El Niño Sintético* y *El Niño Mediático*, derivados del bajo nivel actual de certidumbre de los modelos usuales que pronostican el fenómeno de El Niño y el inadecuado uso de los resultados por parte de los medios de comunicación y redes sociales.

Como Comité Editorial es para nosotros un privilegio acoger este nuevo número de la Revista de Ciencias en Seguridad y Defensa, que deseamos siga despertando el interés de nuestros amigos lectores.

Gracias, saludos,

ANÁLISIS MULTI-TEMPORAL Y CUANTIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA DESTRUIDA EN EL CANTÓN PEDERNALES, PROVINCIA DE MANABÍ, TRAS EL TERREMOTO DE MAGNITUD 7.8 Mw

Andrea Alegría¹, Lorena Caiza¹, Karen Calvopiña¹, Jessica Lisintuña¹, Heidi Mancero¹, Gabriela Molina¹, Gabriela Mora¹, Mónica Pillajo¹, Alejandra Román¹, Patricia Vilela¹, Nataly Zambrano¹ y Theofilos Toulkeridis²

¹Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador. ²Departamento de Seguridad y Defensa, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

Resumen

Después del terremoto devastador del abril del 2016, se aplicó un Análisis múltiple-temporal en el área del cantón Pedernales, Provincia de Manabí. Debido de este proceso se ha logrado a cuantificar los daños producidos de infraestructura física. El porcentaje de pérdida de infraestructura en el cantón Pedernales es del 10.55%. A pesar de que Pedernales está próximo al epicentro, no ha sufrido destrucción como se podría pensar.

Palabras claves: Análisis múltiple-temporal, Cuantificación daños, Pedernales, terremoto Manabí 2016

Abstract

After the devastating earthquake of April 2016, a multi-temporal analysis has been applied in the area of the Pedernales canton, Province of Manabí. Due to this process, it has been possible to quantify the damage caused by physical infrastructure. The percentage of infrastructure loss in the canton Pedernales is 10.55%. Although Pedernales has been close to the epicenter, it has not suffered destruction as one might think.

Keywords: Multiple-temporal analysis, Damage quantification, Pedernales, Manabí earthquake 2016

Introducción

Ecuador se encuentra en una zona de subducción entre la placa oceánica de Nazca y las placas continentales de Caribe y Sudamérica. Como resultado de este choque, se están generando varias fallas geológicas que se encuentran en el borde continental. Este proceso de subducción produce sismos con variadas intensidades, liberación de energía acumulada como producto de estos movimientos geodinámicos. El día sábado 16 de abril del 2016 a las 18:58, las provincias de la costa ecuatoriana fueron asoladas con un fuerte terremoto de 7.8 Mw en la escala de Richter al sureste de Muisne, cuyo epicentro se localizó en el cantón Pedernales provincia de Manabí (USGS, 2016). La cifra del registro oficial muestra que dicho terremoto produjo alrededor de 663 muertos y varios desaparecidos.

El registro histórico de sismos en el país de los últimos siglos nos convierte en un lugar vulnerable a este tipo de amenazas de origen natural, las cuales resultan como riesgos para la infraestructura, las actividades socio-económicas y las vidas mismas. Los terremotos y tsunamis más fuertes registrados en la costa ecuatoriana en los últimos cien años ocurrieron el 31 de enero de 1906, representando el sexto terremoto más fuerte registrado en la historia, con una magnitud de 8.8 Mw en la escala de Richter.

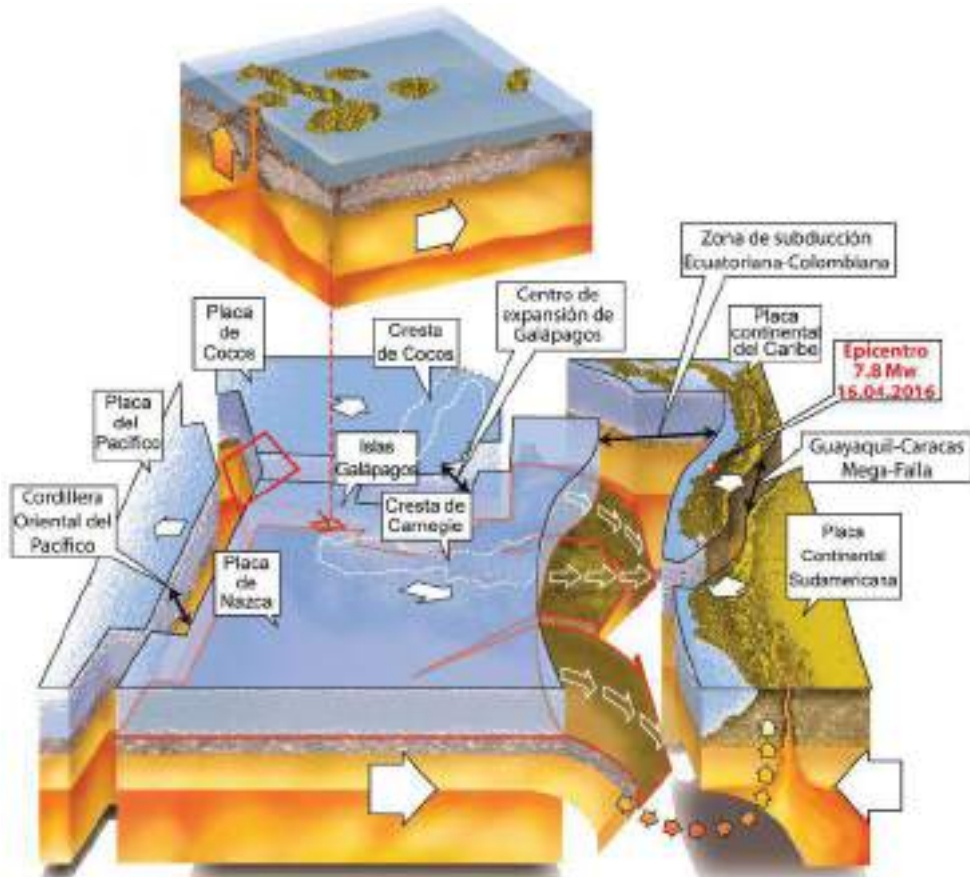


Fig. 1: Esquemático gráfico de la geodinámica de Ecuador y las placas tectónicas correspondientes. Se nota la ubicación del terremoto del 16 de abril 2016. Adaptado de Toulkeridis et al., 2017.

Otro tsunami afectó las costas del Ecuador el 2 de octubre de 1933 en la Libertad (2°S 81°W), Península de Santa Elena, como consecuencia de un evento sísmico de magnitud 6.9 Mw en la escala de Richter. Dos tsunamis más se han registrado en los años cincuenta, uno en 1953 (3.4°S 80.6°W), con una magnitud de 7.3 Mw y otro en 1958 (1.37°N 79.34°W), de magnitud de 7.8 Mw. El 12 de diciembre de 1979 un tsunami se originó en el Océano Pacífico entre las costas de Ecuador y Colombia (1.6°N 79.4°W). Este evento sísmico tuvo una magnitud de 8.2 Mw en la escala de Richter y causó importantes daños en la costa de Colombia y de menor grado en Ecuador. Posteriormente, un sismo de 7.1 Mw tuvo lugar el 4 de agosto 1998 en Bahía de Cadaquez (Toulkeridis y Cruz, 2016).

Estos registros muestran que la planificación para asentamientos humanos en nuestro país no ha existido, y es por ello que estas ciudades han ido creciendo descontroladamente tanto en zonas de riesgos sísmico como de tsunamis, inundaciones, rellenos etc. Si a esto se suma la ausencia de planes de contingencia, el desconocimiento de la población, la falta de compromiso por parte de las autoridades y la pérdida de memoria histórica, se producen resultados como el registrado recientemente en la costa de nuestro territorio.

Por lo tanto, la ocurrencia de este tipo de eventos amerita prontas respuestas y soluciones oportunas. Después del último terremoto ocurrido en el país, es importante el conocimiento de la cantidad de infraestructuras que han sido afectadas, con el fin de proponer planes de reconstrucción, ordenamiento territorial, salud pública, educación, entre otros. Una parte

importante para cumplir con este objetivo es la obtención de datos. Así, este estudio tiene como objetivo general cuantificar los daños producidos en la infraestructura en el sitio más afectado, Pedernales en Manabí, a través de una evaluación y análisis multi-temporal.



Fig. 2a-d: Varios ejemplos del poder destructivo del terremoto en Manabí. Fuente Associated Press.

Metodología

La metodología empleada en el presente estudio consta de cinco fases: a) Obtención de insumos; b) Digitalización de infraestructuras faltantes; c) Identificación de daños; d) Cuantificación de edificaciones destruidas; y e) Elaboración de mapa de daños e informe.

- A. Obtención de insumos,** Como primer paso, se obtuvieron las imágenes satelitales pre-evento (ISpre) y post-evento (ISpost) de la zona de estudio. La ISpre se encuentra en formato pdf, que posteriormente se transformó a formato tiff. La ISpost no tuvo mayores complicaciones pues tiene formato geotiff, es decir, posee un sistema de referencia, lo que permitió ingresarlo directamente al software ArcGIS. Por otro lado, el IGM puso a disposición del público un archivo formato shp que contiene las construcciones en la ciudad de Pedernales, que también se descargó.
- B. Digitalización de infraestructuras faltantes,** A partir del shape obtenido del IGM, se realizó la comparación con la ISpost y se procedió a digitalizar las construcciones faltantes, ya que el archivo no estaba completo. La información tipo shape obtenida del Instituto Geográfico Militar (IGM) estaba incompleta, por lo que se realizó un análisis exhaustivo tanto de las ortofotos como de la necesidad de agregar más campos que requería el shape para su correcta interpretación.
- C. Identificación de daños,** Al tener la digitalización completa de las infraestructuras del cantón, se realizó una comparación entre ambas imágenes (pre-evento y post-evento) y se fueron identificando las edificaciones destruidas mediante un nuevo campo en la tabla de atributos del shape, lo cual posteriormente permitió clasificar a las construcciones para la posterior elaboración del mapa de afectación.

- D. Cuantificación de edificaciones destruidas,** En este paso se procedió a cuantificar el número total de edificaciones y el número de infraestructuras colapsadas en el software ArcGIS; además del cálculo de los porcentajes correspondientes.
- E. Elaboración del mapa de daños e informe,** Con el shape listo, se colocó sobre la ISpost y se construyó un mapa que permite observar gráficamente los daños causados en las edificaciones del cantón.

Resultados y Discusión

En base a las ortofotos ex – ante y ex - post obtenidas a través del Geoportal del IGM y a la ejecución de la metodología aplicada, se generó un mapa de daños, representando el número de edificaciones destruidas en la zona de Pedernales. En la *Figura 3* se puede observar la distribución total de las construcciones afectadas en Pedernales.

Estadísticamente, analizando los valores del número de construcciones destruidas, se tiene el siguiente cuadro:

Tabla 1. Estadísticas sobre las edificaciones en el cantón Pedernales

Estado	Número	Porcentaje
Edificaciones Totales:	6018	100 %
Edificaciones Destruidas	635	10,55 %
Edificaciones No Destruidas:	5383	89,45 %

Seguidamente, la cantidad de edificaciones destruidas se encuentra cerca del 11% del total de edificaciones del área urbana de Pedernales. La imagen del mapa de construcciones destruidas en el cantón Pedernales muestra mayor concentración hacia la parte centro de Pedernales y en la zona sur del cantón cercano a sus playas. De acuerdo al análisis realizado de la zona, se observa que la parte norte del cantón presenta un bajo número de construcciones destruidas, debido a que la mayoría de edificaciones de la zona son de una sola altura.

Conclusiones

Al coincidir con el epicentro, la infraestructura ha sufrido una gran afectación. Se ven cientos de casas derrumbadas y varias de las que están en pie poseen daños estructurales, por lo que también deben ser derribadas. El coste que esto representa al país se cifra en millones de dólares y la reconstrucción llevará varios años.

El porcentaje de pérdida de infraestructura en el cantón Pedernales es del 10.55%. A pesar de que Pedernales está próximo al epicentro, no ha sufrido destrucción como se podría pensar. Sin embargo, este sector puede tener prioridad en trabajos de reconstrucción y remoción de escombros para la reactivación de la economía pues constituye un importante balneario turístico.

La valoración económica de las edificaciones debe ser llevada a cabo a través del levantamiento de información de campo, ya que es el único medio de verificación del estado interno de las infraestructuras: casas, edificios, instituciones, etc. Para la fase de reconstrucción, se requiere analizar el catastro de la ciudad, movilizar a las personas y reconstruir la ciudad fuera de zonas de riesgo, evitando con ello la pérdida de vidas humanas y costes al Estado.

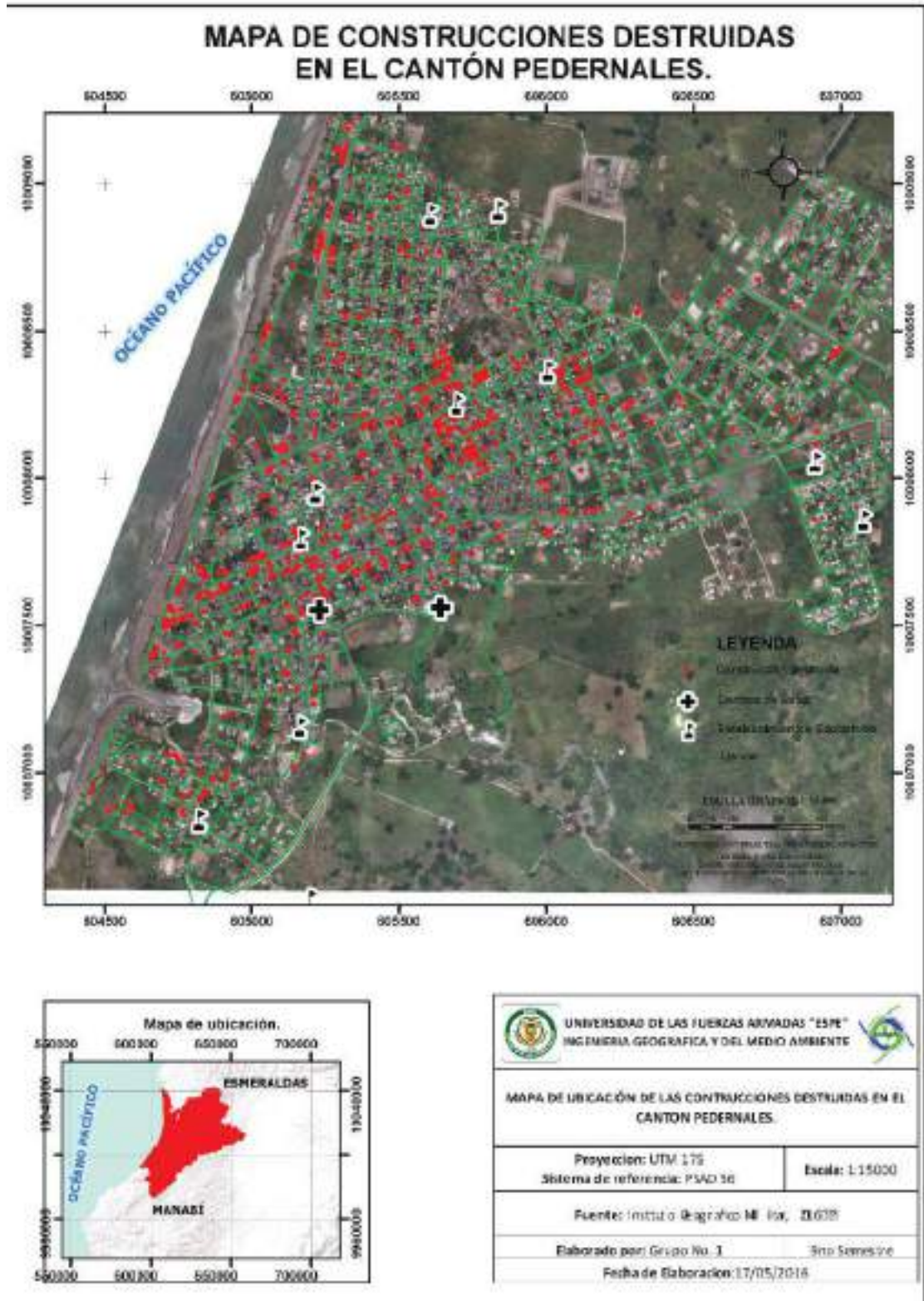


Figura 3. Mapa de Construcciones Destruidas en Pedernales.

Bibliografía

- Chunga, K. and Toulkeridis, T., 2014: First evidence of paleo-tsunami deposits of a major historic event in Ecuador. *Journal of Tsunami Hazards Science*, 33: 55-69.
- Jordá-Bordehore, L., Toulkeridis, T., Romero-Crespo, P.L., Jordá-Bordehore, R. and García- Gariazabal, I., 2016: Stability assessment of volcanic lava tubes in the Galápagos using engineering rock mass classifications and by empirical approach. *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, 89: 55–67.
- Matheus Medina, A.S., Cruz D’Howitt, M., Padilla Almeida, O., Toulkeridis, T. and Haro, A.G., 2016: Enhanced vertical evacuation applications with geomatic tools for tsunamis in Salinas, Ecuador. *Science of Tsunami Hazards*, 35, (3): 189-213
- Nikolaou, S., Vera-Grunauer, X., and Gilsanz, R., eds., 2016. GEER-ATC Earthquake Reconnaissance: April 16 2016, Muisne, Ecuador, Geotechnical Extreme Events Reconnaissance Association Report GEER-049, Version 1. Authored by: Alvarado, A., Alzamora, D., Antonaki, N., Arteta, C., Athanasopoulos-Zekkos, A., Bassal, P., Caicedo, A., Casares, B., Davila, D., Diaz, V., Diaz-Fanas, G., Gilsanz, R., González, O., Hernandez, L., Kishida, T., Kokkali, P., López, P., Luque, R., Lyvers, G.M., Maalouf, S., Mezher, J., Miranda, E., Morales, E., Nikolaou, S., O’Rourke, T., Ochoa, I., O’Connor, J.S., Ripalda, F., Rodríguez, L.F., Rollins, K., Stavridis, A., Toulkeridis, T., Vaxevanis, E., Villagrán León, N., Vera-Grunauer, X., Wood, C., Yepes, H., Yepes, Y. Accessible at the GEER website geerassociation.org, USA: 582pp
- Rodríguez Espinosa, F., Toulkeridis, T., Salazar Martínez, R., Cueva Girón, J., Taipe Quispe, A., Bernaza Quiñonez, L., Padilla Almeida, O., Mato, F., Cruz D’Howitt, M., Parra, H., Sandoval, W. and Rentería, W., 2017: Economic evaluation of recovering a natural protection with concurrent relocation of the threatened public of tsunami hazards in central coastal Ecuador. *J. Tsunami Soc. Int.*, in press
- Rodríguez, F., Cruz D’Howitt, M., Toulkeridis, T., Salazar, R., Ramos Romero, G.E., Recalde Moya, V.A. and Padilla, O., 2016: The economic evaluation and significance of an early relocation versus complete destruction by a potential tsunami of a coastal city in Ecuador. *Journal of Tsunami Hazards Science*, 35, 1: 18-35.
- Toulkeridis, 2011: *Volcanic Galápagos Volcánico*. Ediecuadorial, Quito, Ecuador: 364pp.
- Toulkeridis, T. (editor), 2015: *Algunos elementos fundamentales en el manejo de reducción de riesgo de desastres*. Imprenta de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Ecuador: 182 pp.
- Toulkeridis, T. (editor), 2015: *Amenazas de Origen Natural y Gestión del Riesgo en el Ecuador*. Imprenta de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Ecuador: 180 pp.
- Toulkeridis, T., Arroyo, C.R., Cruz D’Howitt, M., Debut, A., Vaca, A.V., Cumbal, L., Mato, F. and Aguilera, E., 2015: Evaluation of the initial stage of the reactivated Cotopaxi volcano - Analysis of the first ejected fine-grained material. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3, (11): 6947-6976.
- Toulkeridis, T., Chunga, K., Rentería, W., Rodríguez, F., Mato, F., Nikolaou, S., Cruz D’Howitt, M., Besenon, D., Ruiz, H., Parra, H. and Vera-Grunauer, X., 2017c: The 7.8 Mw Earthquake and Tsunami of the 16th April 2016 in Ecuador - Seismic evaluation, geological field survey and economic implications. *J. Tsunami Soc. Int.*, in press
- Toulkeridis, T., Parra, H., Mato, F., Cruz D’Howitt, M., Sandoval, W., Padilla Almeida, O., Rentería, W., Rodríguez Espinosa, F., Salazar martinez, R., Cueva Girón, J., Taipe Quispe, A. and Bernaza Quiñonez, L., 2017: Contrasting results of potential tsunami hazards in Muisne, central coast of Ecuador. *J. Tsunami Soc. Int.*, 36: 13-40
- USGS (United States Geological Survey), 2016: Earthquake Hazards Program. <http://web.archive.org/web/20130502223428/http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/recenteqs> [www/Quakes/usc0001xgp.php](http://www.Quakes/usc0001xgp.php)
- Zhao, B., Clauer, N., Robb, L.J., Zwingmann, H., Toulkeridis, T. and Meyer, M.F., 1999: K-Ar dating of micas from the Witwatersrand Basin, South Africa: timing of post-depositional alteration and gold mineralization. *Mineralogy and Petrology*, 66: 149-170.

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RECURRENCIA DE INCENDIOS FORESTALES MEDIANTE ANÁLISIS MULTITEMPORAL Y APLICACIÓN DE ÍNDICES ESPECTRALES, EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.

María José Columba Tallana¹, Wendy Alezandra, Quisilema Ron¹, Oswaldo Padilla Almeida¹, Theofilos Toulkeridis²

¹Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador. ²Departamento de Seguridad y Defensa, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

Resumen

El presente trabajo se basa en la identificación y extracción de áreas quemadas en zonas forestales del Distrito Metropolitano de Quito en los años de 1991, 1996, 2000, 2001, 2009 y 2012 mediante análisis multitemporal e índices espectrales, utilizando imágenes de media y alta resolución, Landsat del sensor TM y ETM+, e imágenes Rapideye respectivamente.

Los resultados indican que el índice de área quemada (IAQ), permite identificar con mayor claridad áreas afectadas por incendios, analizando otros índices de interés orientados a la identificación de áreas quemadas.

Palabras clave: áreas quemadas, índice espectral, análisis multitemporal, NVDI, IAQ, NBR, DMQ

Abstract

The present work is based on the identification and extraction of burned forest areas in the Metropolitan District of Quito in the years 1991, 1996, 2000, 2001, 2009 and 2012 by multitemporal analysis and spectral indices, using images of medium and high resolution, Landsat TM and ETM+ sensor, and Rapideye images respectively.

The results indicate that the burned area index (IAQ), enable to identify more clearly areas affected by fire, analyzing others indices oriented to identified burned areas.

Keywords: burned areas, spectral index, multitemporal analysis, NVDI, IAQ, NBR, DMQ

Introducción

“En el Ecuador los últimos años la problemática de los incendios forestales se ha agudizado, ocasionando grandes daños y perjuicios de índole social, económicos y ecológicos en diferentes provincias en especial aquellas con mayor potencial e incidencia” (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2010). En este sentido, la gestión de riesgos para la prevención o mitigación de incendios forestales es limitada, ya que no existen herramientas de decisión verdaderamente suficientes y útiles que permitan realizar una planificación preventiva y una mejora en la respuesta de atención ante la presencia de este tipo de eventos. Por lo tanto el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) cada época seca es afectado por incendios forestales, los cuales en “más del 90% son originados por actividades humanas, principalmente quemas agrícolas” (CBDMQ, 2013), los mismos que “favorecidos por las condiciones climáticas y orográficas, se propagan rápidamente y afectan extensas zonas” (Plan Operativo Forestal, 2012).

Antecedentes

La Secretaría de Ambiente en el marco del Programa de Reducción de Riesgos del DMQ llevó a cabo la generación del “Proyecto de Sistemas de Información Unificado de Riesgos Urbanos”, cuyo objetivo fue el de generar una sistematización de la información útil para la gestión de riesgos urbanos.

Dicho insumo realizado por la Secretaría de Ambiente sobre los incendios forestales, es información netamente clave para poder comprender la ocurrencia potencial de incendios forestales en el DMQ. Es por ello que la generación de herramientas de conocimiento coadyuva en la gestión e intervención de los incendios forestales (Secretaría de Ambiente, 2012).

La recurrencia de los incendios forestales en el DMQ es una situación preocupante en el ámbito social, ambiental y económico, por lo cual la idea de realizar la presente investigación, responde a la necesidad e interés de generar información cartográfica a escalas que puedan ser útiles para las distintas autoridades competentes en el DMQ en la toma de decisiones de prevención o mitigación de incendios forestales; además de que la misma metodología a utilizarse en la zona de estudio pueda ser aplicada en otras zonas del país que se ven afectadas por los incendios forestales.

Área de estudio

El área de estudio comprende el Distrito Metropolitano de Quito, ubicado en la provincia de Pichincha, en Ecuador.



Figura 1. Ubicación Geográfica. Fuente: Columba, M., Quisilema, W., 2013

Metodología

Tratamiento Digital de Imágenes Satelitales, Para la interpretación de las imágenes satelitales obtenidas por distintos sensores, se realizó con anterioridad la corrección geométrica y radiométrica de las imágenes para así contar con imágenes con los mismos parámetros espaciales y radiométricos que permitan posteriormente el respectivo análisis multitemporal (Chuvieco 2002).

Identificación y Extracción de Áreas Quemadas, Una vez que se han corregido las imágenes satelitales, se aplican distintas técnicas que permiten identificar y extraer de la mejor forma posible las áreas quemadas.

Combinación de Bandas multitemporales, Se refiere a la composición específica de las bandas multispectrales de las imágenes satelitales, usando bandas de épocas diferentes, para identificar ciertos objetos. Esta técnica no es muy precisa ya que solo se basa en una interpretación visual.

Índices Espectrales multitemporales, Se utilizaron los índices espectrales para identificar la pérdida y el daño de la vegetación ocasionados por el fuego: NVDI (Normalized Differenced Vegetation Index), IAQ (Índice de Área Quemada) y NBR (Normalized Burnt Ratio), que permiten discriminar de mejor manera zonas quemadas. Se compararon índices de diferentes fechas, además de generar índices con bandas de diferentes fechas (Padilla, 2005).

$$NDVI_i = \frac{\rho_{i,IRC} - \rho_{i,R}}{\rho_{i,IRC} + \rho_{i,R}} \quad (1)$$

Índice Normalizado de Variación de la Vegetación (NDVI), Permite identificar y estimar el estado de salud de la vegetación, donde $\rho_{i,IRC}$ y $\rho_{i,R}$ indican las reflectividades del píxel i en la banda del infrarrojo cercano y del rojo, respectivamente.

Normalized Burn Ratio (NBR), Cociente normalizado tipo NDVI, pero utilizando información del infrarrojo cercano y del infrarrojo de onda corta (Rogan y Franklin, 2001). Este índice no fue aplicado a las imágenes Rapideye, ya que no tienen la banda del infrarrojo de onda corta, donde $\rho_{i,IRC}$ es la reflectividad en la banda del infrarrojo cercano y $\rho_{i,SWIR}$ es la reflectividad en la banda del infrarrojo medio de onda corta.

$$NBR_i = \frac{\rho_{i,IRC} - \rho_{i,SWIR}}{\rho_{i,IRC} + \rho_{i,SWIR}} \quad (2)$$

Índice de Área Quemada (IAQ o BAI), Específicamente diseñado para la identificación de áreas quemadas, basándose en el comportamiento espectral de los materiales carbonizados y de las cenizas, producidos tras un incendio. El IAQ se basa en el concepto de distancia euclidiana de cada píxel de la imagen a un punto de convergencia definido en un espacio bidimensional al que tendería a aproximarse el comportamiento espectral de los píxeles recientemente quemados (Martín, 1998). Donde ρ_{nir} y ρ_r indican las reflectividades de las bandas del infrarrojo cercano y del rojo respectivamente, y ρ_{cr} y ρ_{cnir} son los denominados valores de convergencia para áreas recientemente quemadas. Se han definido como 0.1 y 0.06, respectivamente.

$$BAI = \frac{1}{(\rho_{cr} - \rho_r)^2 + (\rho_{cnir} - \rho_{nir})^2} \quad (3)$$

También se aplicó la diferencia de índices en las imágenes en las que se contaba con dos fechas para el análisis.

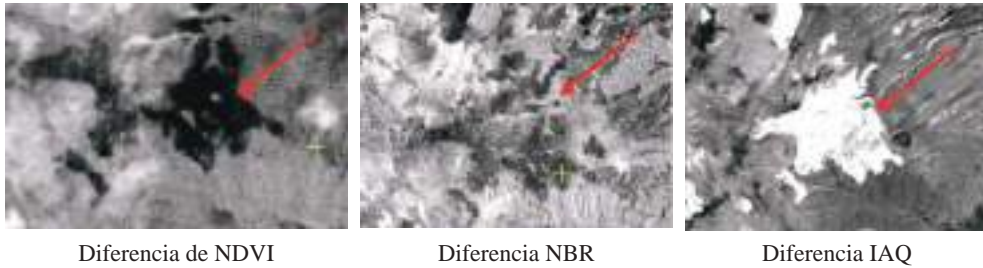


Figura 2. Diferencia de Índices Espectrales. Fuente: Columba, M., Quisilema, W., 2013

Visualmente se pueden identificar las zonas quemadas pero, al extraer la información, se observa que el programa proporciona además otra información que no corresponde a zonas quemadas, por lo cual se considera digitalizar cada incendio, considerando el IAQ, la diferencia de IAQ, y la clasificación no supervisada, para la respectiva digitalización.

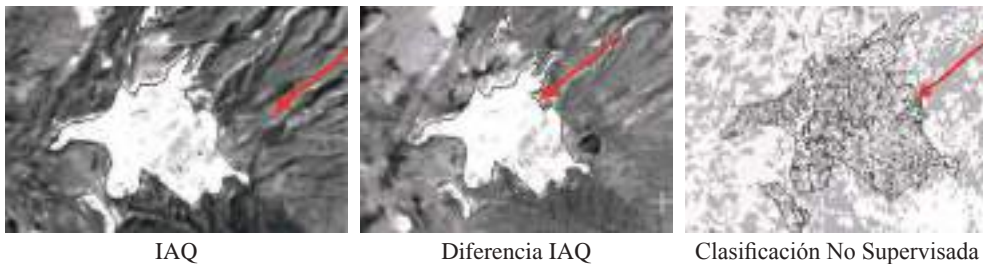


Figura. 3 Digitalización áreas quemadas. Fuente: Columba, M., Quisilema, W., 2013

Resultados

Para las imágenes Landsat se aplica la combinación 7, 4, 3, del infrarrojo medio, infrarrojo cercano y del rojo respectivamente, que “permite identificar algunas formas de estrés de la vegetación (como áreas quemadas)” (Centurión, V, 2011), identificándose con una tonalidad violeta rojiza las áreas afectadas por incendios. Para las imágenes RapidEye se utiliza la combinación 5, 4, 3, del Infrarrojo cercano, borde del rojo y rojo respectivamente, en las que se pueden visualizar las áreas quemadas de un color oscuro.

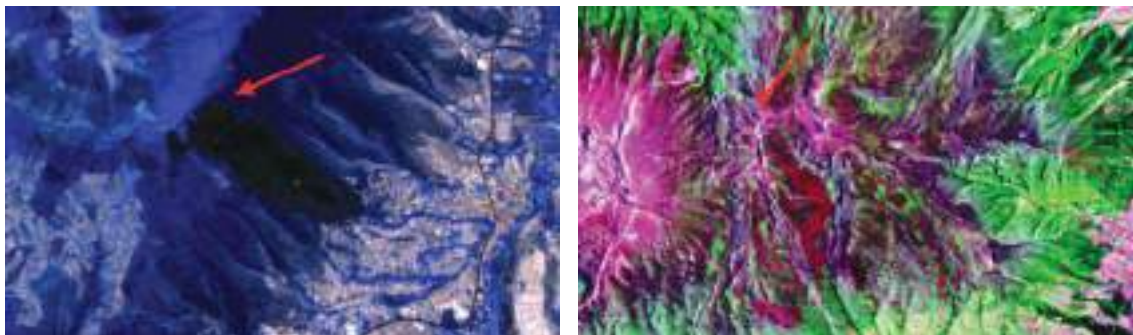


Imagen RapidEye 2012
Combinación 5, 4,3

Imagen Landsat ETM+ 2009
Combinación 7,4,3

Figura 4. Combinación de bandas. Fuente: Columba, M., Quisilema, W., 2013

Índices Espectrales

Los índices espectrales que se aplicaron permitieron discriminar de mejor forma las áreas afectadas por incendios forestales. Dentro de ellos, el IAQ (Índice de Área Quemada) es el índice que muestra mejores resultados, donde las zonas quemadas muestran un color blanco bien definido.

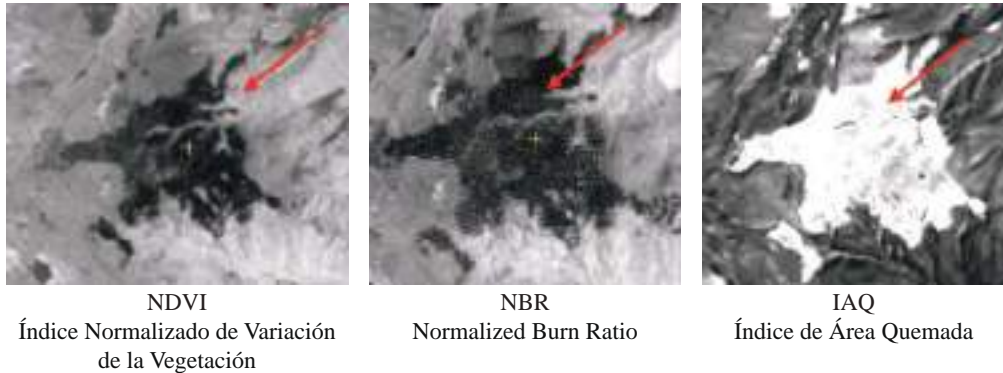


Figura 5. Comparación Índices Espectrales. Fuente: Columba, M., Quisilema, W., 2013

Áreas de Recurrencia a Incendios Forestales

La mayor afectación por incendios forestales se produjo en el año 2009, para el que se registran 2034.23 Ha. Afectadas. No se puede obtener un dato cercano a la realidad en el año 2012 debido a que solamente se pudo disponer de 3 imágenes satelitales Rapideye que no cubrían todo el Distrito Metropolitano de Quito; En el gráfico 4.1, se muestra las Ha. afectadas por incendios forestales en los años analizados.

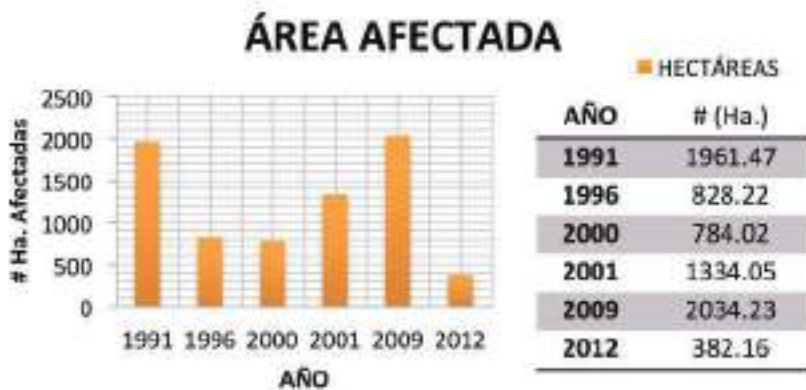


Gráfico 1. Hectáreas Afectadas. Fuente: Columba, M., Quisilema, W., 2013

Las zonas administrativas La Delicia, Eloy Alfaro y Tumbaco presentan una mayor recurrencia de incendios forestales. En la parte noroccidental de La Delicia y de la Eloy Alfaro no se registran datos debido a la espesa capa de nubes de esas zonas.

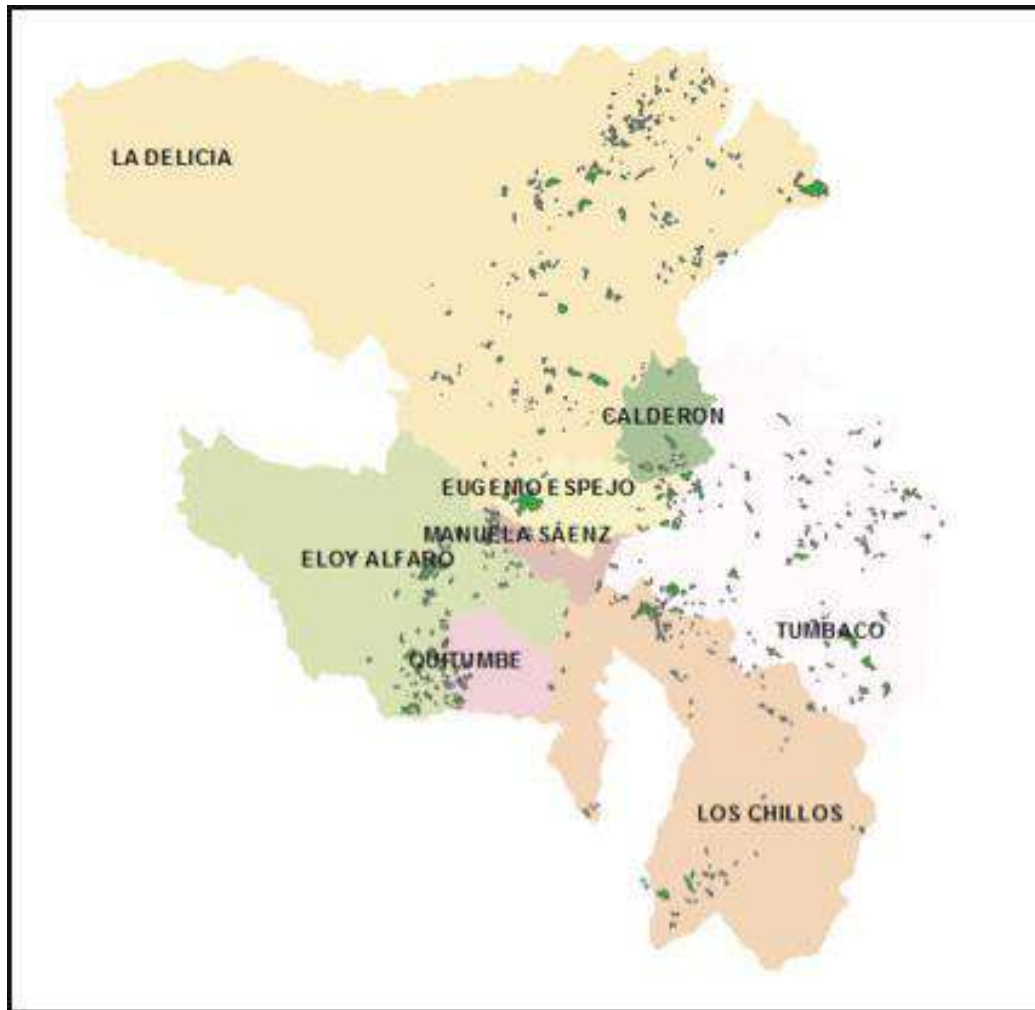


Figura6. Recurrencia de Incendios Forestales. Fuente: Columba, M., Quisilema, W., 2013

Conclusiones

Para un análisis de imágenes satelitales es importante previamente realizar las correcciones geométricas y radiométricas, además de la topográfica, ya que se necesita una homogenización relativa de los valores de reflectividad para trabajar con una misma unidad, especialmente cuando se compara imágenes de distintas fechas y sensor, y de una correcta georeferenciación.

Al comparar los índices espectrales post-incendio, el IAQ y la diferencia de IAQ en análisis multitemporal mostraron mejores resultados al discriminar las áreas quemadas.

Es preciso indicar que fue necesario realizar la digitalización de los incendios, ya que a pesar de que se lograron buenos resultados al identificar áreas quemadas con el IAQ, existieron áreas que presentaron similares características por lo cual el programa no pudo extraer solamente las zonas afectadas por incendios forestales.

Las zonas administrativas La Delicia, Eloy Alfaro y Tumbaco presentan una mayor recurrencia de incendios forestales, los mismos que afectan principalmente a las parroquias rurales de estas zonas.

Bibliografía

- Bernis, Víctor; Betancourt; Franz, (2006), “Análisis multitemporal y generación del escenario prospectivo de cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo en el Parque Nacional Llanganates”. Tesis de Grado, ESPE
- Chahi, A., Clauer, N., Toulkeridis, T. and Bouabdelli, M., 1999: Rare earth element distribution as tracer of the genetic relationship between smectite and palygorskite of marine phosphorites. *Clay Minerals*, 34: 419-427.
- Chuvienco, E.; Martín, M., (2004), “Nuevas tecnologías para la estimación del riesgo de incendios forestales” Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Chuvienco, Emilio, (2002), “Teledetección Ambiental, La observación de la Tierra desde el espacio”, primera edición, Ariel Ciencia, España.
- Chuvienco, Emilio, (2008), “Satellite observation of biomass burning, en Earth observation of global change. The role of satellite remote sensing in monitoring the global environment” Springer Science: 109-142.
- Clauer, N., Liewig, N. Pierret, M.C. and Toulkeridis, T., 2003: Crystallization conditions of fundamental particles from mixed-layer illite-smectite of bentonites based on isotopic data (K-Ar, Rb-Sr and d18O). *Clays and Clay minerals*, 51: 664-674.
- Heredia et. al., (2003) “Comparación de distintas técnicas de análisis digital para la Cartografía de Áreas Quemadas con Imágenes Landsat Etm+”, *GeoFocus, Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 19.
- Padilla, Oswaldo, (2005) “Cartografía de áreas Quemadas a Escala Local”, España PONCE, Carlos, (2008), “Análisis de Cambio de Cobertura Vegetal y Fragmentación en el Corredor de Conservación Comunitaria El Ángel - Bosque Golondrinas, Provincia del Carchi (1996 - 2005)”, Ecuador.
- Zhao, B., Clauer, N., Robb, L.J., Zwingmann, H., Toulkeridis, T. and Meyer, M.F., 1999: K-Ar dating of micas from the Witwatersrand Basin, South Africa: timing of post-depositional alteration and gold mineralization. *Mineralogy and Petrology*, 66: 149-170.

PREPARACIÓN EN EL MANEJO DE RIESGOS Y CRISIS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE DELANTE DE FENÓMENOS CATASTRÓFICOS DE ORIGEN NATURAL – PRE-TERREMOTO DEL 2016

Theofilos Toulkeridis¹, Jomara Flores², Jenny Artieda²

¹Departamento de Seguridad y Defensa, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador.

²Seguridad Integral/Seguridad y Salud Ocupacional, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

Resumen

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE se encuentra en una zona privilegiada con su geomorfología y posición en el Valle de los Chillos, pero su situación geológica y geodinámica es de altísima preocupación, junto a amenazas antrópicas como terrorismo, o incendios entre otras. Para implementar una cultura de prevención de riesgos y desastres de origen natural, la ESPE empezó a practicar simulacros de evacuación en sus instalaciones con objeto de reducir vulnerabilidades potenciales. Los resultados de estos esfuerzos durante el periodo entre 2011-2013 están evaluados y las conclusiones de seguimiento correspondientes han sido ya propuestas.

Palabras clave: Simulacros, evacuación, terremotos, universidad

Abstract

The ESPE Armed Forces University is located in a privileged area with its geomorphology and position in the Valley of the Chillos, but its geological and geodynamic situation is of high concern, along with anthropic hazards such as terrorism or fires, among others. To implement a culture of risk prevention and natural disasters, the ESPE began practicing evacuation drills at its facilities in order to reduce potential vulnerabilities. The results of these efforts during the period 2011-2013 are evaluated and the corresponding follow-up findings have already been proposed.

Keywords: Drills, evacuation, earthquakes, university

Introducción

Ecuador parece a primera vista geológica solo un país más alrededor del Pacífico. Sin embargo, debido a su situación geodinámica, su origen geológico y su posición geográfica, en conjunto con su faltante o no financiada política de prevención en diferentes sectores, es uno de los pocos países que nunca va a superar el próximo desastre si se cumplen las expectativas de los científicos. Nuestro país mega-vulnerable es amenazado por una serie de volcanes activos, con potenciales largas fases de erupciones; con alcances que cubrirán todo el territorio nacional. Más aún, con fallas geológicas enormes y dispuestas a reactivarse desatando fuertes terremotos en cualquier momento, un litoral dispuesto a tsunamis que pueden superar la catástrofe de Asia en 2004, de Chile en 2010 y de Japón en 2011, áreas enormes (incluso subacuáticas) con inestabilidades que provocarán deslizamientos tras las bien conocidas alteraciones climáticas de esporádicas consecuencias.

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE se encuentra en una zona privilegiada con su geomorfología y posición en el Valle de los Chillos, pero su situación geológica y geodinámica es de altísima preocupación, junto a amenazas antrópicas como terrorismo, o incendios entre otras.

Son dos fenómenos naturales en particular los que están amenazando el Campus en forma severa: actividad volcánica (especialmente, pero no exclusivamente, del volcán Cotopaxi) y actividad sísmica (especialmente por el sistema de fallas de Guayaquil-Caracas Mega-Falla). Debido al terremoto ocurrido el 16 de abril de 2016, se ha tratado de evaluar la preparación en el manejo de riesgos y crisis de la Universidad, la cual se promueve como la mejor preparada de la región al frente de eventos adversos. Esta investigación presenta los avances ante esta problemática y lo que falta aún para que la cultura preventiva alcance un nivel adecuado en base a las posibles amenazas que se puedan presentar.

Antecedentes

Debido a la falta de cultura de prevención y reacción en caso de terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos y emergencias antrópicas las cuales son menores y puntuales (incendios, derrames químicos, etc.) en todo el país (Fig. 1), se han desarrollado detalladas evaluaciones de todas las instalaciones y de la infraestructura de la ESPE, como una breve evaluación sobre la percepción y preparación del personal académico y administrativo. Esta evaluación se ha desarrollado entre 2011 y 2013. El grupo base de evaluación integraron a su tiempo el Crnl. Pedro Revelo, Sgtop. Luis Cueva, la Dra. Jomara Flores y el Dr. Theofilos Toulkeridis, quienes con diferentes pero complementarios conocimientos y capacitaciones en gestión de riesgos naturales y laborales lideraron esta labor.

Se han tomado varias horas de grabación conjuntamente con casi 2000 fotos de evidencia para tener una base de datos preliminar. Se ha sistematizado y analizado la información disponible relacionada con las vulnerabilidades existentes en el área de estudio y referidas a personal existente, provisión de servicios básicos, infraestructura para el desarrollo, necesidades básicas insatisfechas, y sistemas de alertas entre otros. La evaluación de la infraestructura entera, incluyendo todos los laboratorios, aulas, cafeterías, comedores, canchas deportivas etc., tomó tres meses (junio-agosto 2011) y culminó con una breve capacitación del personal del edificio del rectorado y dos diferentes simulacros iniciales de prueba (30 de septiembre 2011 y 11 de enero 2012) del mismo edificio y sus integrantes. Adicionalmente, un simulacro de prueba más se desarrolló en el edificio central, involucrando alumnos de las clases de la tarde durante el tiempo de sus exámenes (19 de enero 2012). Finalmente, en octubre del 2012 se desarrollaron dos simulacros adicionales en los mismos edificios.

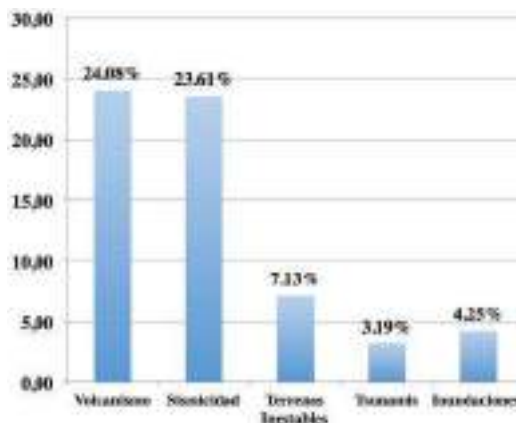


Fig.1. Parte de la encuesta nacional sobre la percepción, preparación y el conocimiento de ecuatorianos académicos frente a los desastres naturales (entre 2007-2011, de Toulkeridis, 2017) en la cual se preguntó en qué tipo de talleres sobre amenazas se ha participado en los últimos 10 años.

Evaluación de los cinco Simulacros en el campus de la ESPE 2011-2012

El primer simulacro del el 30 de septiembre de 2011 en el edificio del Rectorado se anunció con bastante anterioridad (comunicación vía polifónica, mensajes electrónicos y un horario definido). Sin embargo, la reacción de los integrantes del edificio a pesar de haber sido informados con suficiente antelación, resulto de sorpresa. No todos pudieron escuchar el mensaje de los parlantes, otros no sabían que hacer y continuaron sus labores cotidianas. La evacuación fue realizada casi en ocho minutos y participaron aproximadamente 200 personas, las mismas que se encontraban en el edificio en el momento del simulacro. Del 10-12 % de las 200 personas tuvieron una inadecuada reacción contraproducente (subieron gradas, siguieron con sus labores ignorando intencionalmente los anuncios e indicaciones de los observadores / evaluadores). El tiempo ideal de evacuación de seis pisos más subsuelo debe ser menor de tres minutos y medio hacia el punto de encuentro (césped a mano derecha del edificio).



Fig. 2. Campus Sangolqui con indicaciones de los dos edificios donde se han desarrollado simulacros (Fig. 3 = Edificio Central; Fig. 4 = Rectorado).

El segundo simulacro se realizó sin anuncio previo. El grupo de los evaluadores fijó un horario en la mañana, en el cual la mayoría del personal que asiste a sus puestos de trabajo estaría presente. Adicionalmente se contaba con la presencia de personal externo al edificio, como alumnos y otros visitantes. Existió un conteo exacto de todas las personas que ingresaron en el edificio por parte del equipo evaluador, es decir se realizó un conteo de toda gente que entraba o salía del edificio desde las seis de la mañana cuando se apertura el edificio. De esta forma se disponía de la cifra exacta de todo el personal y visitantes en el momento del simulacro. Entonces, sin aviso previo, pero con el mismo anuncio a través de los parlantes del edificio se desarrolló el simulacro de evacuación en la mañana del 11 de Enero 2012. Este segunda evacuación resulto bastante exitosa porque se cumplió en un tiempo menor de cuatro minutos.

Entre $7\% \pm 0.5\%$ de las personas dentro del edificio no participaron de este simulacro debido a que no escucharon el anuncio (parlantes desenchufados por una secretaria debido a que se sintió molestanda por el “ruido” generado de los diferentes anuncios diarios) o simplemente se opusieron a salir (equipo de un funcionario quien se negó a participar, y obligó a su equipo de trabajo a no abandonar el sitio de trabajo).

El tercer simulacro se desarrolló en el edificio central el 19 de Enero a las 16h50 y duró casi 10 minutos, para los cinco pisos o plataformas (tiempo ideal de evacuación debería tomar menos de tres minutos). Más de 800 personas participaron en este simulacro de evacuación, la mayoría no sabía de qué se trataba o que hacer a pesar del direccionamiento de los miembros y asistentes del grupo evaluador. La evacuación se realizó muy lentamente, no hubo resistencia a la misma o actividades contraproducentes. Sin embargo hubo congestión en ambas salidas por el hecho que la gente no tenía idea, donde se ubicaban los puntos de encuentro seguro. Sin embargo se notó que muchos docentes prefirieron primero terminar sus tareas de la clase, y luego se alistaron para salir del edificio.



Fig. 3. Edificio Central con las cuatro salidas respectivas de cuales salida 3 y 4 se quedan permanentemente cerradas sin razón explicable. Escala 1:900

Unos meses más tarde, el 5 de Octubre 2012, se invitaron a unas 30 personas para evaluar dos simulacros previstos en el mismo día en la ESPE. Los treinta integrantes eran 15 estudiantes de la primera promoción de la Especialización en Gestión de Riesgos del Instituto de Altos Estudios Nacionales entre ellos varios médicos y 15 alumnos de la clase de Gestión de Riesgos del noveno nivel de la Carrera de Ingeniería Geográfica de la ESPE. Todos los alumnos estaban previamente informados en detalle sobre las observaciones y evaluaciones que tendrían que

ejercer antes, durante y después de los dos simulacros planificados. Las instrucciones se dieron del equipo de gestión de riesgos de la ESPE (Flores, Cueva, Cisneros, Toulkeridis). Se realizaron dos simulacros en diferentes horarios en el mismo día en los dos edificios previamente tomados en consideración para esta actividad (Rectorado y Edificio Central).



Fig. 4. Rectorado con indicación de la salida única y con el sitio del encuentro seguro.
Escala 1:900

El simulacro de evacuación en la mañana del 5 de Octubre 2012 en el edificio del Rectorado, fue un ejemplo modelo con una participación de todo el personal. El mismo se realizó en 3.20 minutos tiempo record (tiempo ideal de evacuación 3.30 minutos). Mientras que el simulacro que se llevó a cabo en el edificio central era un ejemplo de indisciplina, contra-productivo y se realizó en aproximadamente 14.30 minutos, un record de lentitud. De los dos simulacros llevados a cabo al mismo día se han realizado evaluaciones al detalle y encuestas a los participantes después de tales prácticas.

En las mismas consta que en el edificio del Rectorado:

- La alerta se escuchó en todos los niveles del edificio.
- En los primeros segundos se dejó todo tipo de actividad, ropa, laptops y papeles en sus sitios y el personal se dirigió sin correr hacia las gradas.

- La salida de cada piso tomo entre 10 y 50 segundos.
- Más o menos 75% de los participantes tomo muy en serio el simulacro, mientras otros hablaban durante la práctica. Sin embargo, no hubo contra-flujos, bloqueos o frenos de ningún tipo.
- No hubo tampoco gente quienes sobre-pasaron a otros para salir más rápido.
- Se tomó el camino más corto, sin embargo hubo solo una salida (la salida/entrada principal), mientras que la salida del subsuelo se quedó cerrada.
- No hubo preocupación ninguna sobre la cercanía hacia ventanas u otros objetos con vidrios.

Se puede calificar este como un simulacro exitoso con una mínima parte a ser corregida.

En el edificio central con un alrededor de 600 personas dentro en el momento del simulacro hubo las siguientes observaciones:

- La alarma se puso en funcionamiento después de varios minutos de búsqueda de la misma por los funcionarios de la Unidad de Admisión y Registro.
- En el momento que la alarma estaba en pleno funcionamiento, la misma tenía un volumen del sonido penetrante (originado desde la planta baja), pero no fue suficiente ya que no pudo escucharse en los pisos altos, aun menos cuanto las puertas de las aulas estaban cerradas.
- En los primeros segundos (y en su mayoría minutos) no hubo ninguna reacción o colaboración por parte de los integrantes del edificio en el ejercicio de evacuación.
- Muchos docentes continuaron las clases a pesar que escuchaban la alerta, otros reaccionaron después de la intervención de varios militares de apoyo en este simulacro.
- Hubo desconocimiento sobre la forma de reaccionar y de actuar en este simulacro por parte de los participantes y aun peor reaccionar con irresponsabilidad y algunos lo tomaron a broma.
- La evacuación de las aulas tomó en promedio más de cuatro minutos (y a veces hasta diez minutos).
- Mucha gente incluyendo los docentes terminaron primero las tareas de clase, luego empacaron sus cosas y salieron en forma muy lenta hacia las dos salidas principales.
- Varios contra-flujos de alumnos como docentes demoraron la salida. Un alto porcentaje se fue a los baños antes salir del piso. Otros hasta subieron pisos para encontrar amigos y o compañeros.
- Muchos docentes y personal administrativo timbro su salida antes de dirigirse hacia las dos salidas principales del edificio.
- Varios docentes por su comodidad y acostumbrados a su rutina intentaron buscar la salida más remota.
- Alumnos, administrativos y docentes salieron en forma muy lenta y hubo debido a las diferentes velocidades varios sobre-pasos.
- Muchos docentes insultaron al personal del apoyo y de evaluación del simulacro incluyendo a los militares.
- Hubo indiferencia respecto a la cercanía a ventanas o vidrios.
- Hubo congestión masiva en las dos entradas/salidas del edificio por falta de colaboración.
- Hubo personal (administrativo como docentes) indiferente quienes simplemente observaban nuestro labor sin querer participar y / o evacuar el edificio.

Tabla 1. Evaluación de los dos simulacros bajo encuesta pos-simulacro (en azul Rectorado (n = 132), en rojo Edificio Central (n = 76))

1.-	Ha participado usted en simulacros anteriores?.						
	Si	61.36	55.26	No	38.64	44.74	
2.-	En que sitio se encontraba en el momento del simulacro?						
	a) En su sitio de Trabajo.				51.52	19.74	
	b) Fuera de su sitio de Trabajo.				7.58	0.00	
	c) Biblioteca				31.06	0.00	
	d) Pasillos.				4.55	7.89	
	e) Patio				2.27	0.00	
	f) Aulas				1.52	64.47	
	g) Otros.				1.52	7.89	
3.-	Su evacuación la realizó por:						
	a) Iniciativa Propia.				46.97	13.16	
	b) por pedido externo.				47.73	78.95	
	c) otra				5.30	7.89	
4.-	En qué tiempo inició su respuesta frente a la alarma?						
	a) De 0 a 30 seg.				44.70	36.84	
	b) De 31 a 60 seg.				27.27	17.11	
	c) Más de 61 seg.				32.58	46.05	
5.-	Considera que las rutas de evacuación son las adecuadas?						
	Si	60.61	65.79	No	39.39	34.21	
6.-	Para usted son identificables las zonas de seguro en la ESPE en caso de emergencias?						
	Si	44.70	36.84	No	55.30	63.16	
7.-	Llegó a usted a una zona segura?.						
	a) Definida por Usted.				29.55	47.37	
	b) Establecida en el Plan de Emergencia.				49.24	27.63	
	c) No llegó				16.67	23.68	
	d) Otra				4.55	1.32	
8.-	Considera que los sistemas de Alarma son perceptibles?						
	Si	53.03	26.32	No	46.97	73.68	
9.-	Existió algún obstáculo durante la evacuación?						
	Si	62.88	27.63	No	37.12	72.37	
10.-	Considera necesario realizar simulacros en la ESPE?						
	Si	100.00	97.37	No	0.00	2.63	

Preparación más allá de los simulacros

Más allá de la evaluación de los simulacros y el comportamiento de los integrantes de la ESPE en los mismos, se trató de averiguar el nivel de preparación de administrativos, docentes y alumnos en momentos del manejo en una crisis al frente de unos riesgos potenciales por procesos geológicos. Se han preparado unas 23 consultas cuales se encuentran en las tablas 2-4. Se han evaluado un total de 2008 personas encuestadas dentro del campus Sangolquí.

Tabla 2.

P1	¿Usted tiene un botiquín de primeros auxilios en su oficina?	Si	No	% Si	%No	Sin oficina	
	Menor 25 años	106	129	8.15	9.92	1066	81.94
	Mayor 25 años	183	232	25.88	32.81	292	41.30
	Total	289	361	44.46	55.54	1358	
P2	¿Usted tiene un botiquín de primeros auxilios en su carro?	Si	No	% Si	%No	Sin carro	
	Menor 25 años	305	209	23.44	16.06	787	60.49
	Mayor 25 años	271	208	38.33	29.42	228	32.25
	Total	576	417	58.01	41.99	1015	
P3	¿Usted tiene un botiquín de primeros auxilios en su casa?	Si	No	% Si	%No		
	Menor 25 años	661	640	50.81	49.19		
	Mayor 25 años	363	344	51.34	48.66		
	Total	1024	984	51.00	49.00		
	<i>Si respondieron la última pregunta positivamente, entonces ¿que tiene en el botiquín hogareño? (N = 1024)</i>						
P3.1	Medicamentos de remplazo para necesid. de algún familiar	Si	No	% Si	%No		
	Menor 25 años	513	148	77.61	22.39		
	Mayor 25 años	264	99	72.73	27.27		
	Total	777	247	75.88	24.12		
P3.2	Copias de sus documentos importantes	Si	No	% Si	%No		
	Menor 25 años	127	534	19.21	80.79		
	Mayor 25 años	89	274	24.52	75.48		
	Total	216	808	21.09	78.91		
P3.3	Dinero en efectivo	Si	No	% Si	%No		
	Menor 25 años	148	513	22.39	77.61		
	Mayor 25 años	78	285	21.49	78.51		
	Total	226	798	22.07	77.93		
P4	¿Usted conoce su grupo sanguíneo?	Si	No	% Si	%No		
	Menor 25 años	1147	154	88.17	11.84		
	Mayor 25 años	639	68	90.38	9.62		
	Total	1786	222	88.94	11.06		
P5	¿Usted conoce el grupo sanguíneo de sus familiares?	Si	No	% Si	%No		
	Menor 25 años	742	559	57.03	42.97		
	Mayor 25 años	467	240	66.05	33.95		
	Total	1209	799	60.215	39.79		
P6	¿Usted padece de alguna alergia?	Si	No	% Si	%No		
	Menor 25 años	388	913	29.82	70.18		
	Mayor 25 años	180	527	25.46	74.54		
	Total	568	1440	28.29	71.71		

Tabla 3.

P7	¿Usted ha tomado un curso de primeros auxilios?	<1 año	>1 año	> 5 años	Nunca
	Menor 25 años	144	241	237	679
	Porcentaje	11.07	18.52	18.22	52.19
	Mayor 25 años	63	92	155	397
	Porcentaje	8.91	13.01	21.92	56.15
	Total	207	333	392	1076
	Porcentaje	10.31	16.58	19.52	53.59

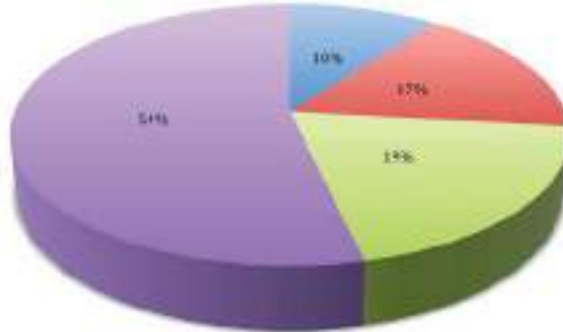


Fig. 5. Pregunta P7 y sus respectivas respuestas. 54% de las personas encuestadas nunca han tomado un curso de primer auxilio.

Tabla 4.

	¿Algún momento ha atendido o aplicado?				
P8	rescate vía el método boca a boca de verdad	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	119	1182	9.15	90.85
	Mayor 25 años	95	612	13.44	86.56
	Total	214	1794	10.66	89.34
P9	rescate de método reanimación cardiovascular	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	94	1207	7.23	92.77
	Mayor 25 años	92	615	13.01	86.99
	Total	186	1822	9.26	90.74
P10	una inyección intramuscular	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	196	1105	15.07	84.93
	Mayor 25 años	191	516	27.02	72.98
	Total	387	1621	19.27	80.73
P11	una inyección intravenosa	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	129	1172	9.92	90.08
	Mayor 25 años	128	579	18.10	81.90
	Total	257	1751	12.80	87.20
P12	ha realizado suturas de emergencia	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	115	1186	8.84	91.16
	Mayor 25 años	91	616	12.87	87.13
	Total	206	1802	10.26	89.74
P13	un control de hemorragia o de herida profunda	Si	No	% Si	%No

	Menor 25 años	198	1103	15.22	84.78
	Mayor 25 años	126	581	17.82	82.18
	Total	324	1684	16.14	83.86
P14	una fractura de emergencia	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	136	1165	10.45	89.55
	Mayor 25 años	118	589	16.69	83.31
	Total	254	1754	12.65	87.35

Tabla 5.

	¿En su hogar tiene?				
P15	agua para tres días independiente del sistema de agua potable?	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	568	733	43.66	56.34
	Mayor 25 años	315	392	44.55	55.45
	Total	883	1125	43.97	56.03
P16	una lista de números telefónicos importantes	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	768	533	59.03	40.97
	Mayor 25 años	367	340	51.91	48.09
	Total	1135	873	56.52	43.48
P17	un plan de evacuación	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	205	1094	15.78	84.22
	Mayor 25 años	157	552	22.14	77.86
	Total	362	1646	18.03	81.97
P18	un plan familiar por emergencias	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	217	1084	16.68	83.32
	Mayor 25 años	156	551	22.07	77.93
	Total	373	1635	18.58	81.42
P19	maskarillas para proteger vías respiratorias	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	439	862	33.74	66.26
	Mayor 25 años	231	476	32.67	67.33
	Total	670	1338	33.37	66.63
P20	un extintor (N = 810)	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	123	407	23.21	76.79
	Mayor 25 años	69	211	24.64	75.36
	Total	192	618	23.70	76.30
P21	¿Usted conoce el refugio mas cercano a su casa?	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	459	842	35.28	64.72
	Mayor 25 años	275	432	38.90	61.10
	Total	734	1274	36.55	63.45
P22	¿Usted conoce el refugio mas cercano a su sitio de trabajo?	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	322	979	24.75	75.25
	Mayor 25 años	215	492	30.41	69.59
	Total	537	1471	26.74	73.26

P23	¿Usted conocen de memoria números telefónicos de instituciones o organizaciones de rescate aparte de 911?	Si	No	% Si	%No
	Menor 25 años	657	644	50.50	49.50
	Mayor 25 años	337	370	47.67	52.33
	Total	994	1014	49.50	50.50

Perspectivas

Quito y otras ciudades del Ecuador, por sus activas geodinámicas y el creciente incremento en sus poblaciones y su territorios, deben tener dentro de sus metas prioritarias, construir y prepararse apropiadamente, teniendo en cuenta estos cuatro elementos importantes: a) su fundación en área de construcción, b) los materiales adecuados para construir, c) su entorno, evaluando su vulnerabilidad ante las amenazas naturales e impacto ambiental y finalmente d) la preparación de la población. En pocas palabras hay que aplicar un desarrollo sustentable con base a una planificación inteligente y un ordenamiento territorial el mismo que respeta e impide la influencia de amenazas naturales y donde no se realiza esta prevención, hay que preparar a la población con una profunda cultura preventiva.

El personal académico y técnico del Departamento de Seguridad y Defensa en conjunto con la Unidad de la Seguridad Integral de la ESPE, a través de su experiencia en estos temas está capacitando y preparando a la población e interesados. En forma preventiva, se capacita en las medidas potenciales de mitigación, construcción sismo-resistente, reducción y transferencia de riesgos, técnicas de evacuación, formas de comunicación como manejo de alimentación (antes) durante y después de un desastre, planes de emergencia, planes de contingencia, logística adecuada, planes familiares y de autoprotección.

Estos expertos en sus intervenciones se explica también, como un ordenamiento territorial apropiado puede ayudar a disminuir significativamente los riesgos provenientes de las amenazas naturales (incluyendo el cambio climático). Así, la capacitación de un pueblo y sus administradores proactivos es importante para el desarrollo del ser humano como de las instituciones participantes. La instrucción ayuda a incrementar el rendimiento y desempeño y además aumenta la reducción de su vulnerabilidad delante las mencionadas amenazas naturales. Con todo esto se busca crear una cultura de prevención en nuestra sociedad.

Conclusiones y Recomendaciones

Por lo mencionado anteriormente, evaluando la infraestructura del campus Sangolquí, las encuestas nacionales realizadas a académicos y en la propia ESPE en conjunto con la evaluación e interpretación de los datos obtenidos de los cinco simulacros, se recomienda las siguientes actividades para un primer año de preparación principal:

- A: Colocar señalética que cumpla norma y foto luminiscente en todos edificios, enseñando las salidas más cortas y / o efectivas hacia sitios seguros.
- B: Colocar señalética especializada e individualizada por las posibles y potenciales amenazas dentro y cerca de los laboratorios.
- C: Establecer sirenas de alarmas / alertas efectivas en todos los edificios y alarmas especializadas en los laboratorios.

- D: Equipamiento de botiquines de primer auxilio en cada facultad con la respectiva capacitación de su funcionamiento, uso y reposición periódica, supervisado por el Médico Ocupacional de la Universidad.
- E: Compra por lo menos ocho desfibriladores y colocarlos en sitios estratégicos en el campus.
- F: Evaluación y control de la caducidad de todos los extintores.
- G: Socialización y capacitación del todo el personal sobre las amenazas en su entorno y su comportamiento en caso de simulacros y casos reales.
- H: Socialización de mapas actualizados (anualmente) de amenazas, vulnerabilidades y riesgos del área de estudio (campus y su alrededor).
- I: Socialización de información actualizada de las áreas de influencias directa e indirecta de los riesgos de origen natural del área de estudio.
- J: Socialización de planes de emergencias, plan de contingencia y plan familiar.
- K: Socialización de medidas preventivas, autoprotección y primeros auxilios.
- L: Establecer normas de evaluación e indicadores cualitativos y cuantitativos de factores de riesgo en el área de estudio.
- M: Simulacros de evacuación por edificio (vea cronograma).
- N: Simulacro semestral de evacuación masivo en todo el campus de Sangolquí.
- O: Evaluación de sismo-resistencia de todos los edificios del campus Sangolquí.
- P: Reforzamiento físico de todos los edificios por su sismo-resistencia donde hay necesidad.

Tabla 6. Propuesta de un cronograma de actividades para el reforzamiento físico y social para reducir el riesgo por amenazas naturales en el campus Sangolquí

Mes / Acción	Mes 01	Mes 02	Mes 03	Mes 04	Mes 05	Mes 06	Mes 07	Mes 08	Mes 09	Mes 10	Mes 11	Mes 12
A												
B												
C												
D												
E												
F												
G												
H												
I												
J												
K												
L												
M												
N												
O												
P												

Bibliografía

- Blong, R.J., 2013. Volcanic hazards: a sourcebook on the effects of eruptions. Elsevier.
- d’Ercole, R. and Metzger, P., 2004. Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito (Vol. 23, pp. 496-p). AH/Editorial.
- d’Ercole, R., Trujillo, M., Zucchelli, M. and Portaluppi, C., 2003. Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgo en el Ecuador: los desastres, un reto para el desarrollo. Cooperazione Internazionale (COOPI); Institut de Recherche pour le Développement (IRD); OXFAM GB.
- de la Construcción, C.E., 2000. Capítulo 1: Peligro sísmico, espectros de diseño y requisitos de cálculo para diseño sismo resistente.
- Kuroiwa, J., 2002. Reducción de desastres: viviendo en armonía con la naturaleza. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Mulilis, J.P., Duval, T.S. and Lippa, R., 1990. The effects of a large destructive local earthquake on earthquake preparedness as assessed by an earthquake preparedness scale. *Natural hazards*, 3(4), pp.357-371.
- Schmincke, H.U., 2004. *Volcanism* (Vol. 28). Springer Science & Business Media.
- Toulkeridis, T., 2017: Public’s perception, knowledge and preparedness about natural disasters in a mega-vulnerable, multi-hazardous Andean country – the case of Ecuador in 2007-2017. Submitted
- Toulkeridis, 2011: *Volcanic Galápagos Volcánico*. Ediecuatorial, Quito, Ecuador: 364pp.
- Toulkeridis, T. (editor), 2015: *Algunos elementos fundamentales en el manejo de reducción de riesgo de desastres*. Imprenta de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Ecuador: 182 pp.
- Toulkeridis, T. (editor), 2015: *Amenazas de Orígen Natural y Gestión del Riesgo en el Ecuador*. Imprenta de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Ecuador: 180 pp.
- USGS (United States Geological Survey), 2016: *Earthquake Hazards Program*. <http://web.archive.org/web/20130502223428/http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/recenteqs> [www/Quakes/usc0001xgp.php](http://www.Quakes/usc0001xgp.php)

VISUALIZACIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR E IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE CONFLICTO A LO LARGO DE UN TRAMO DE LA AUTOPISTA GNRL. RUMIÑAHUI.

David Carrillo, Christian Sánchez, Oswaldo Padilla

Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

Resumen

Utilizar un software para la visualización del tránsito vehicular puede resultar de gran ayuda pues existe la posibilidad de modelar vías alternas en zonas de flujo vehicular masivo; o simplemente planificar de forma mucho más estratégica factores que influyen en esta temática como es el caso de semáforos, señalética y la distribución de carriles. La visualización de la autopista Gnrl. Rumiñahui en zonas como: la ESPE, centro comercial San Luis Shopping y centro comercial Plaza del Valle (El Triángulo); zonas que fueron identificadas como conflictivas en cuando al normal flujo vehicular; por ello, en este estudio estas zonas fueron modeladas en dos aplicaciones : PTV Vissim (software con licencia de estudiante) y Synchro 8.0, el cual trae SimTraffic, un programa incorporado para el modelado 3d y animación tanto vehicular como peatonal. Se utilizaron además modelos de edificaciones en formato 3ds del Software SketchUp para una visualización más realista. Por otro lado, se recopiló una base de datos tomados en las zonas conflictivas con parámetros como densidad vehicular particular, de transporte público, tiempo de movilización y horas pico durante ciertos días de la semana; todo esto con el fin de ingresar datos reales a la simulación y poder realizar futuros proyectos en los que se analicen dichos parámetros y brindar posibles soluciones a esta problemática.

Palabras clave: Autopista Gnrl. Rumiñahui, tránsito vehicular, densidad vehicular, zonas de conflicto.

Abstract

Using a software for the visualization of vehicular traffic can be helpful as there is the possibility of modeling alternative tracks in areas of massive traffic flow, or just planning more strategically influent factors in this subject such as traffic lights, signage and distribution lanes. The visualization of the Gnrl. Rumiñahui motorway in areas such as ESPE, San Luis Shopping and Plaza del Valle (The Triangle) shopping center; areas that were identified as conflictive in a normal traffic flow; therefore, in this study these areas were modeled into two applications: PTV Vissim (Software licensed student) and Synchro 8.0, which brings SimTraffic, a built-in 3D modeling and vehicular and pedestrian animation program. Building models have been used in .3ds format with the Software SketchUp for a more realistic display. In addition, a database was compiled with data extracted from conflict areas including vehicle parameters such as density, public transport, mobilization time and peaks during certain days of the week; all this in order to enter real data in the simulation, useful for future projects in which these parameters be analyzed and then provide possible solutions to this problem.

Keywords: Gnrl. Rumiñahui motorway, vehicular traffic, traffic volume.

Introducción

Muchas ciudades se enfrentan a serios problemas de transporte urbano debido al número creciente de vehículos en circulación (Olguín & Jiménez, 2015); desgraciadamente el transporte puede generar diversos impactos ambientales adversos, tales como la congestión vehicular, contaminación del aire, ruido e invasión de la tranquilidad en ciertas áreas, a distintitas horas del día y sobre todo en ciertos días de la semana.

No solo es un problema el intentar acceder al campus politécnico de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por cualquiera de sus dos entradas; sino que también se encuentran dificultades para llegar a sectores poblados como Sangolquí o a la Urbanización La Colina. El tránsito que pugna por arribar a estos lugares procede de Quito u otras poblaciones localizadas a lo largo de la Autopista General Rumiñahui.

Fundamento Teórico

Vega en 1988 define a la capacidad vehicular como: “El análisis de capacidad es un método importante para conocer la operación en una carretera, siendo una de las principales características para determinar el funcionamiento de la misma. Este análisis es usado en la planeación, proyecto, operación y evaluación de una carretera. En resumen, el objetivo de un análisis de capacidad en carreteras, es el de proporcionar al usuario comodidad, eficiencia seguridad economía y rapidez en el transporte, además proponer acciones concretas para la construcción y reconstrucción.” Estudio de la Ciudad de Quito, Ecuador

En Ecuador, la importancia de la eficacia vial de gran importancia ya que puede aportar mejoras económicas, sociales y ecológicas (Olguín & Jiménez, 2015); Es así que en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) se esta modernizando todo el sistema de control vial, semáforos, giros, acceso vial, con la finalidad de mejorar la movilidad, principalmente en la ciudad de Quito(EPMMOP).

Capacidad Vehicular, El análisis de capacidad es un método importante para conocer la operación en una carretera, siendo una de las principales características para determinar el funcionamiento de la misma. Este análisis es usado en la planeación, proyecto, operación y evaluación de una carretera. En resumen, el objetivo de un análisis de capacidad en carreteras, es el de proporcionar al usuario comodidad, eficiencia seguridad economía y rapidez en el transporte, además proponer acciones concretas para la construcción y reconstrucción. (Vega, 1988)

Metodología

A. Obtención de base de datos. Para la obtención de una base de datos se consideraron parámetros a ingresar en las aplicaciones software como es el caso de la densidad vehicular por intersecciones; además se midieron tiempos de movilización de un lugar hacia otro tanto en transporte público como en transporte particular. Estos datos fueron obtenidos en las zonas consideras como conflictivas a distintas horas y en diferentes días de la semana.

La Figura 1 muestra el flujo vehicular masivo existente en la entrada del Campus ESPE a las 19h30 del miércoles 15 de junio del 2016.



Figura 1. Tránsito vehicular ESPE 19h30.
Fuente: Autores.



Figura 2. Tránsito vehicular El Triángulo 16h30. Fuente: Autores.

La Figura 2 muestra el flujo vehicular masivo existente en el sector El Triángulo a las 16h30 del viernes 17 de junio del 2016.

Tabla 1. Densidad Vehicular. Fuente: Autores.

DENSIDAD VEHICULAR					
Lunes 04/07/2016	INICIO	FIN	PARTICULARES	PUBLICOS	SENTIDO
Triangulo	13:10:00	13:15:00	63	4	va a Sangolquí
Triangulo	13:20:00	13:25:00	60	4	viene de Sangolquí
San Luis Shopping	14:05:00	14:10:00	48	3	va a Sangolquí
San Luis Shopping	14:15:00	14:20:00	72	4	viene de Sangolquí
ESPE	14:30:00	14:35:00	61	2	va a Sangolquí
ESPE	14:40:00	14:45:00	76	3	viene de Sangolquí
PROMEDIO			11.47 por min.	0.60 por min.	Va a Sangolquí
			13.87 por min.	0.73 por min.	Viene a Sangolquí

Estos datos tomados en las zonas mencionadas fueron tabulados y son los siguientes: La tabla 1 muestra la densidad vehicular en un cierto día de la semana.

Tabla 2. Tiempos de movilización. Fuente: Autores.

TIEMPOS DE MOVILIZACIÓN				
Sábado 09/07/2016 – MEDIO: AUTO PARTICULAR				
IDA (Triangulo - ESPE)				
SALIDA	Triangulo – San Luis	San Luis - ESPE	TOTAL	HORA DE LLEGADA
17:30:00	13' 53"	3' 12"	17' 05"	18:47:05
RETORNO (ESPE - Triangulo)				
SALIDA	ESPE – San Luis	San Luis - Triangulo	TOTAL	HORA DE LLEGADA
18:00:00	4' 57"	16' 32"	21' 29"	18:30:24

La Tabla 2 muestra los tiempos de movilización de un lugar a otro.

B. Digitalización de vías en Synchro 8.0. Para la digitalización de las vías se obtuvieron imágenes de Google Earth Pro de las tres zonas consideradas como conflictivas. No se pudo utilizar una ortofoto o una imagen de alta resolución ya que este software no soporta más que formatos jpg livianos o formatos CAD. En la Figura 3 se muestra la zona de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y la Urbanización La Colina.



Figura 3. Imagen base para la digitalización zona ESPE. Fuente: Google Earth Pro.

La Figura 4 muestra la zona del centro comercial San Luis Shopping.



Figura 4. Imagen base para la digitalización zona San Luis. Fuente: Google Earth Pro.

La Figura 5 muestra la zona del centro comercial Plaza del Valle (El Triángulo)



Figura 5. Imagen base para la digitalización zona El Triángulo. Fuente: Google Earth Pro.

Se digitalizó a una escala de 1: 2000 única del programa ya que, con este valor, se empató con las vías de las imágenes utilizadas como base, tomando en cuenta la dirección simple y doble, número de carriles, redondeles, etc.

LANE SETTINGS	EBL	EBT	EBR
Lanes and Sharing (#RL)		3	
Traffic Volume (vph)	100	0	100
Street Name			
Link Distance (m)	--	93.7	--
Links Speed (km/h)	--	50	--
Set Arterial Name and Speed	--	EB	--
Travel Time (s)	--	6.7	--
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	--	0	--
Area Type (EO)	--	<input type="checkbox"/>	--
Storage Length (m)	0.0	--	0.0
Storage Lanes (#)	--	--	--
Right Turn Channelized	--	--	None
Curb Radius (m)	--	--	--
Add Lanes (#)	--	--	--
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	--	1.000	0.850
Left Turn Factor (prot)	--	0.950	1.000
Saturated Flow Rate (prot)	--	1770	1583
Left Turn Factor (perm)	--	0.950	1.000
Right Ped Bike Factor	--	1.000	1.000
Left Ped Factor	--	1.000	1.000
Saturated Flow Rate (perm)	--	1770	1583
Right Turn on Red?	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	--	0	103

Figura 6. Tabla de atributos por vía. Fuente: Synchro 8.0

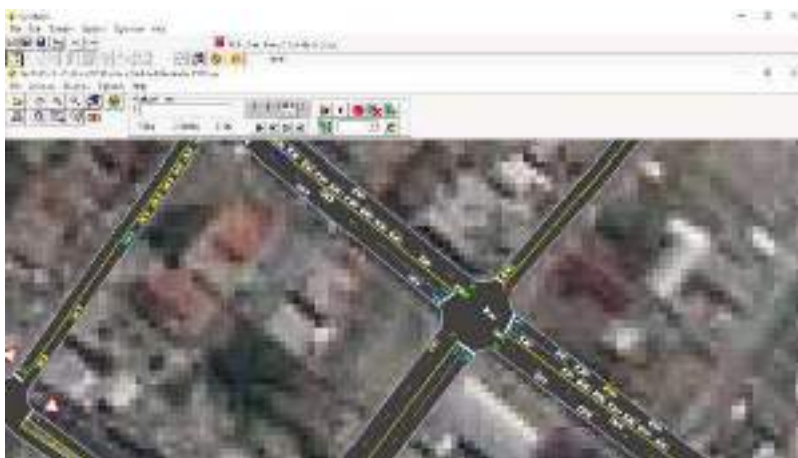


Figura 7. Simulación 2D. Fuente: Synchro 8.0 - Autores

La Figura 6 muestra la tabla de atributos de las vías para ser llenada con los datos reales obtenidos en las zonas de conflicto.



Figura 8. Visualización 3D tránsito vehicular ESPE. Fuente: SimTraffic – Autores

Resultados

Una vez digitalizadas las vías, corregida la topología en las zonas de conflicto e ingresados los valores de densidad vehicular y velocidad de los automóviles se generó la simulación 2D y 3D.

Para la visualización 3D se utilizó SimTraffic, software de visualización incorporado al paquete de Synchro 8.0, en donde para mejorar la estética de la visualización, se insertan árboles, construcciones, y demás objetos. En este caso también se insertaron modelos de edificios en formato 3ds descargados de SketchUp.

La Figura 8 muestra la visualización 3D del tránsito vehicular en el ingreso al Campus Politécnico ESPE.

Conclusiones

Se consiguió la visualización 3D del tránsito vehicular del ingreso al campus ESPE y visualización 2D de las otras 2 zonas de conflicto. Debido a la elevada carga computacional del programa, la visualización puede llegar a ser demasiado lenta en áreas extensas.

Mediante la visita a las zonas de conflicto se observó que muchos de los semáforos no se encuentran funcionando de forma óptima en cuanto a tiempos de transición, factor primordial por ende en el congestionamiento.

En la visualización se pudo determinar que otros agentes que afectan la fluidez del tránsito vehicular son la aglomeración de vías en un mismo nodo; esto se logró solucionar en el software pero se debería tomar en cuenta en la vida real media la reubicación de ciertas señales de tránsito.

Bibliografía

- Olguín González, U., & Jiménez Arizmendi, J. (2015). Evaluación del flujo de vehículos de una avenida ubicada en el Distrito Federal aplicando matrices. Guadalajara: CERTUS Revista Electrónica de Posgrado e Investigación .
- Vega, A. (1988). Análisis de capacidad en carreteras. Universidad de Sonora. Escuela de Ingeniería Civil.

CALIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE FALLAS GEOLÓGICAS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Antonio Acosta¹, Diego Guerrero¹, Raúl León¹, Pablo Oña¹, Mario Cruz¹, Theofilos Toulkeridis²

¹Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador. ²Departamento de Seguridad y Defensa, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

Resumen:

Ecuador está en medio de una mega-falla geológica denominada “Guayaquil -Caracas”, la cual ha generado fallas de segundo y tercer orden que afectan directamente al Distrito Metropolitano de Quito. Esta zona está bajo la influencia directa o indirecta de 15 volcanes. Por lo menos 1000 metros ha sido observado a lo largo de los escarpes de fallas pertenecientes a la Depresión Interandina, esta secuencia volcánica genera estos fenómenos a lo largo de la región interandina.

En el Distrito Metropolitano de Quito no existe un estudio de fallas geológicas en términos de cualificación y cuantificación, lo cual es importante para dimensionar un alcance sísmico en la ciudad capital, el estudio ayudaría a mejorar la planificación urbana y sobre todo la seguridad de la población frente a los eventos sísmicos que últimamente han tenido fuerte recurrencia en el país.

Los resultados obtenidos comprueban que la ciudad de Quito tiene una gran cantidad de fallas demostrando de esta manera lo importante que es tener presente estos fenómenos geológicos que a menudo son irrelevantes. Entidades públicas y privadas del Ecuador podrán beneficiarse de los resultados obtenidos.

Palabras Clave: Fallas geológicas, Distrito Metropolitano de Quito, stereonet, desplazamiento de fallas.

Abstract:

Ecuador is inside the mega-geological shear called “Guayaquil -Caracas”, which has generated second and third order geological faults that directly affect the Metropolitan District of Quito. This zone is under the direct or indirect influence of 15 volcanoes. At least 1000 meters have been observed along the slopes of faults belonging to the Inter-Andean Depression, this volcanic sequence generates these phenomena along the inter-Andean region.

In the Metropolitan District of Quito there is no study of geological faults in terms of qualification and quantification, which is important for dimensioning a seismic reach in the capital city. The study would help to improve urban planning and, above all, security of the population in front of the seismic events that lately have had strong recurrence in the country.

The results obtained prove that the city of Quito has a great number of geological faults demonstrating in this way how important it is to keep in mind these geological phenomena that are often considered to be irrelevant. Public and private entities of Ecuador will be able to benefit from the obtained results.

Keywords: Geological faults, Metropolitan District of Quito, stereonet, displacement of faults.

Introducción.

Ecuador está en medio de una mega-falla geológica denominada “Guayaquil -Caracas”, la cual ha generado fallas de segundo y tercer orden que afectan directamente al Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Esta zona está bajo la influencia directa o indirecta de 15 volcanes. Por lo menos 1000 metros han sido observados a lo largo de los escarpes de fallas pertenecientes a la Depresión Interandina, esta secuencia volcánica genera estos fenómenos a lo largo de esta región.

En el DMQ no existe un estudio de fallas geológicas en términos de cualificación y cuantificación, por ende, no se conoce en su totalidad el alcance sísmico en la ciudad capital, esto tendrá repercusiones en la planificación urbana y sobre todo en la seguridad de la población.

En Quito, la micro zonificación sísmica fue realizada en 2001 por la Escuela Politécnica Nacional (EPN) en el marco de un convenio con el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ), la cual abarca solo una parte del DMQ y no contiene la información correspondiente a un mapa geológico. (D'Ercole & Metzger, 2004)



Figura 1: Sobrevisión sobre dos fallas geológicas emblemáticas en las Américas: izquierda arriba la falla San Andres en EEUU; abajo la Mega-falla Guayaquil-Caracas. Ambas fallas son de tipo trascurrente. La ciudad de Quito está ubicada encima de la Mega-falla. Toulkeridis, 2011

Metodología

Para la cualificación y cuantificación de fallas geológicas en el DMQ, se determinó dividir el trabajo en dos fases, las cuales consistieron en visitas técnicas de campo y el análisis de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Así, este estudio se desarrolló en base a la obtención de datos numéricos con el fin de identificar el lugar exacto de una falla geológica así como su movimiento respecto a una referencia estándar es por ello que se utilizó una metodología científica exploratoria. Se buscaron fallas geológicas en el campo, mapas existentes y mencionadas en la literatura correspondiente para su subsecuente cuantificación y cualificación. La calificación corresponde a la determinación de unos variables independientes como Azimut, Inclinación, Desplazamiento y Coordenadas exactas puestas encima de la

variable dependiente cual esta representada de mapa de Fallas Geológicas. Estos datos se obtuvieron con el uso de la brijula geológica (Brújula tipo Brunton; <https://www.extremos.org.ve/Brujula-Brunton.html>) y el GPS (Sistema de Posicionamiento Global; <http://www.gps.gov/spanish.php>). Las evaluaciones respectivos de ests datos se desarrollaron con el uso de programas de Stereonet y diagramas de rosas.



Figura 2: Toma de datos del SIG. Unificación de 4 mapas geológicos de los alrededores de Quito.

Evaluación de resultados y discusión

Se encontraron decenas de fallas geológicas en el campo y unas cuantas más en mapas geológicos existentes y en la literatura. Las fallas geológicas principales son de tipo normal, pero se encontraron igualmente en menor porcentaje fallas de tipo inversa, transcurrente (*Figura 3*) y hasta oblicuas.

Con los mapas geológicos unidos (*Figura 10*) que cubren el DMQ, se pudo identificar con mayor facilidad las fallas geológicas presentes y así mismo se puede notar la tendencia NE que se comprueba con los resultados obtenidos mediante stereo-proyección.

En cuanto al análisis de rumbos en el sector de Guayllabamba se aprecian dos tendencias (*Figura 11*), una principal de disposición N25°W y una secundaria de N5°W. Se observan fallas menores perpendiculares a la falla principal.

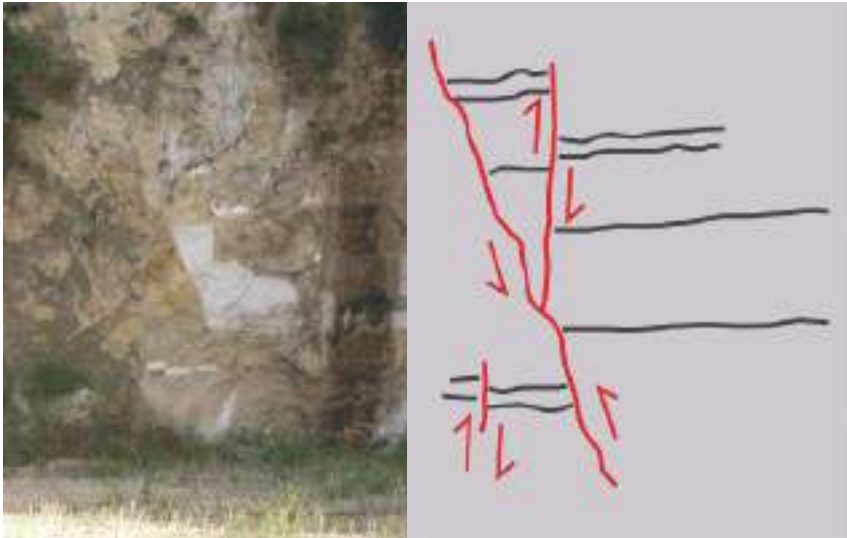


Figura 3: Falla transcurrente cortada por una falla inversa en el area del redondel de Zambiza en la autopista Simon Bolivar.



Figura 4: Falla geológica 21.
Tipo: Inversa.

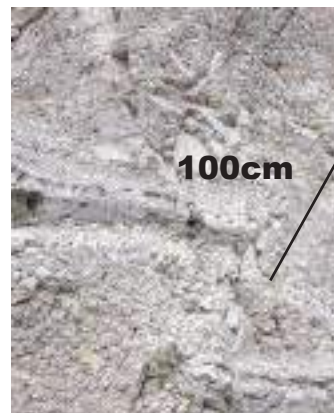


Figura 5: Falla geológica 22.
Tipo: Inversa.



Figura 6: Falla geológica 33. Tipo: Normal.

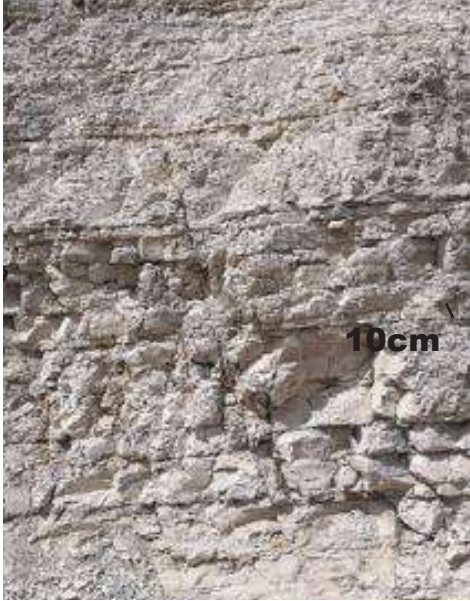


Figura 7: Falla geológica 3. Tipo: Normal.



Figura 8: Falla geológica 4. Tipo: Oblicua.



Figura 9: Falla geológica 39. Tipo: Normal. Fuente: Autor



Figura 11: Fallas geológicas en el DMQ encima del mapa geológico del Distrito.

Según los datos de campo se tiene que la mayoría de fallas en esta zona son Normales, con un Azimut resultante de $347,7^\circ \pm 27,7^\circ$.

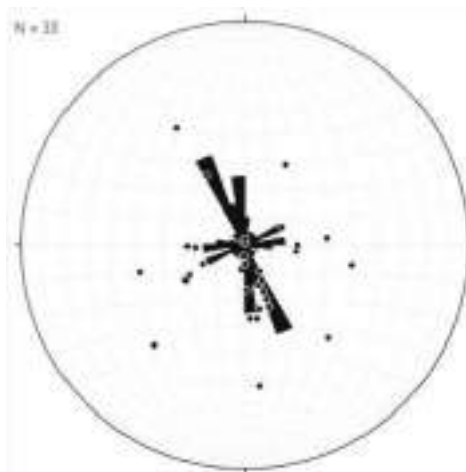


Figura 12: Diagrama de rosa, Stereonet. Fuente: Autor

En el sector de Santa Rosa ubicado al sur de Quito, con los rumbos obtenidos a partir de los datos de campo, se aprecia una tendencia (Figura 12) con disposición N45°W, teniendo un Azimut resultante de $316,1^\circ \pm 06,5^\circ$, con fallas en su mayoría de tipo Normal.

Analizando los datos en base al SIG, se aprecia dos tendencias (*Figura 13*), una principal con disposición N23°E y una secundaria de N15°W, teniendo un Azimut resultante de $12,8^\circ \pm 06,5^\circ$.

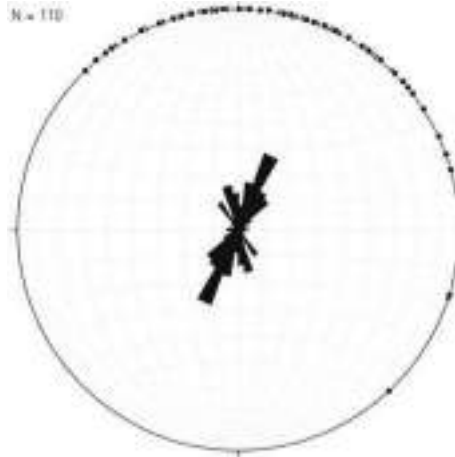


Figura 13: Diagrama de rosa, Stereonet. Fuente: Autor

Con las visitas técnicas de campo se logró cualificar las fallas geológicas en las distintas zonas de estudio obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1: Cualificación de fallas geológicas

Zona de estudio	Normal (%)	Inversa (%)	Otros (%)
Guayllabamba	70	15	15
Santa Rosa	75	25	0

Conclusiones y trabajo futuro

Una vez procesados los datos mediante stereo-proyección, se obtuvo el azimut para Guayllabamba de 347.70° , para Santa Rosa de 316.10° y para el DMQ (obtenido a partir de los SIG) de 12.80° . Este último dato representa la dirección general de todas las fallas geológicas analizadas.

Con las respectivas visitas técnicas de campo se ha logrado cualificar las fallas geológicas, obtenido los siguientes resultados:

Zona de estudio	Normal (%)	Inversa (%)	Otros (%)
Guayllabamba	70	15	15
Santa Rosa	75	25	0

Además se obtuvieron datos adicionales como la inclinación, coordenadas y desplazamiento de dichas fallas para su uso en posteriores estudios. Los resultados también enseñan la importancia de la geología estructural para potenciar las magnitudes de los terremotos como los ya suscitados en la Costa ecuatoriana.

Bibliografía

- Kearey, P., Klepeis, K.A. and Vine, F. J., 2009: Global Tectonics. Wiley-Blackwell; 3 edition: 496pp
- Lisle, R.J. and Leyshon, P.R., 2004: Stereographic Projection Techniques for Geologists and Civil Engineers. Cambridge University Press; 2 edition: 124pp
- Misi, A., Iyer, S.S., Silva Coelho, C.E., Tassinari, C.C.G., Franca-Rocha, W.J.S., Rocha Gomes, A.S., Cunha, I.A., Toulkeridis, T. and Sanches, A.L., 2000: A metallogenic evolution model for the lead-zinc deposits of the Meso and Neoproterozoic sedimentary basins of the São Francisco Craton, Bahia and Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 30 (2):302-305.
- Toulkeridis, 2011: Volcanic Galápagos Volcánico. Ediecuatorial, Quito, Ecuador: 364 pp
- Twiss, R.J. and Moores, E.M., 2006: Structural Geology. W. H. Freeman; 2 edition: 532pp
- Zhao, B., Clauer, N., Robb, L.J., Zwingmann, H., Toulkeridis, T. and Meyer, M.F., 1999: K-Ar dating of micas from the Witwatersrand Basin, South Africa: timing of post-depositional alteration and gold mineralization. *Mineralogy and Petrology*, 66: 149-170.

HIDROLOGÍA Y SEDIMENTOLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO SANTA CLARA

Marco Masabanda, Byron Morales, Alex Guzman

Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción, Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, Sangolquí, Ecuador

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo estimar la cantidad de sedimentos producidos por erosión superficial en la cuenca del Río Santa Clara que son transportados a la sección de cierre de la misma. Para ello se realizó el estudio hidrológico de la cuenca en base al modelo digital del terreno en escala 1:5000 y a los datos de precipitaciones mensuales registrados en un periodo de once años en las estaciones meteorológicas cercanas a la cuenca. Se determinó un valor de precipitación media anual en la cuenca igual a 2280,66 mm y un caudal medio igual a 2,89 m³/s. La erosión superficial de la cuenca del Río Santa Clara ocurre principalmente debido al impacto de las gotas de lluvia en el suelo y al escurrimiento del agua sobre la superficie, por lo que los procesos erosivos son el resultado de la interacción de factores tales como topografía, clima, tipo de suelo, uso del suelo, vegetación, características geológicas, o geomorfología, entre otros. Para determinar la cantidad de sedimentos que son transportados al punto de cierre de la cuenca, se utilizó el método de Gavrilovic que da como resultado 268.719,89 m³/año. Asimismo, se presenta la modelación y simulación del transporte de sedimentos con los caudales medio y máximo en un periodo de retorno de diez años y los calculados mediante aforos realizados en dos secciones transversales del río.

Palabras clave: hidrología de la cuenca del Río Santa Clara, sedimentología de la cuenca del Río Santa Clara, erosión superficial en la cuenca del Río Santa Clara.

Abstract

The present work aims to estimate the amount of sediments produced by surface erosion in the basin of the Santa Clara River that are transported to the closing section of the same. For this, the hydrological study of the basin was carried out based on the digital model of the terrain in a scale of 1:5000 and the monthly precipitation data recorded over a period of eleven years in the meteorological stations near the basin. A mean annual precipitation value was determined in the basin equal to 2280.66 mm and a mean flow rate of 1.03 m³/s. Surface erosion in the basin of the Santa Clara river occurs mainly due to the impact of raindrops on the soil and water runoff on the surface, so erosion processes are the result of the interaction of factors such as topography, climate, soil type, land use, vegetation, geological characteristics, geomorphology, among others. To determine the amount of sediment that is transported to the catchment point of the basin, the Gavrilovic method was used, resulting in 268,719.89 m³/year. We also present the modeling and simulation of sediment transport with average, maximum flow rates in a return period of ten years and those calculated by measurements in two cross sections of the river.

Key words: hydrology of the Santa Clara river basin, sedimentology of the Santa Clara river basin, surface erosion in the Santa Clara river basin.

1. Introducción

En el presente documento se recoge un análisis hidrológico y sedimentológico de la cuenca del Río Santa Clara, basado en métodos empíricos de cálculo de caudales y de cálculo de la cuantificación de sedimentos transportados hacia el cierre de la cuenca hidrográfica.



Figura 1. Ubicación del Río Santa Clara. Fuente GoogleMaps

En el Ecuador, así como en el resto del mundo, las características climatológicas dependen de muchos componentes que influyen en las condiciones naturales del área de estudio, tales como: ubicación geográfica, altura sobre el nivel del mar, accidentes geográficos, cobertura vegetal, vientos, etc.

La cuenca del Río Santa Clara se encuentra ubicada en la parte centro norte de la sierra ecuatoriana, específicamente en el cantón Rumiñahui que se encuentra ubicado al sureste de la Provincia de Pichincha.

El cantón Rumiñahui es el más pequeño de la provincia de Pichincha con una extensión de 134,15 km² y como se muestran en la Figura 2, tiene los siguientes límites: al norte, al este y al oeste con el cantón Quito y al sur con el cantón Mejía. (GOBIERNO MUNICIPAL DE RUMIÑAHUI, 2017).

La topografía que tiene la cuenca del Río Santa Clara se puede denominar como irregular, debido a la presencia de accidentes geográficos que caracterizan al sistema montañoso del que forma parte: esto implica que la cuenca es susceptible de tener una mayor erosión debido a las variables climatológicas del sector y a la influencia de las actividades del hombre en el manejo y uso del suelo, que muchas veces por el beneficio económico y su necesidad no consideran factores que afectan el proceso erosivo normal, y el suelo pierde las características naturales que posee.

El Ecuador tiene escasa información precisa sobre los factores que afectan el comportamiento de los sistemas hidrográficos. Pese a la importancia que implica el estudio de transporte de sedimentos en el sistema fluvial, éstos no son considerados en el estudio de las redes hidrométricas de nuestro país.

Los datos de precipitación proporcionados por el INAMHI son de gran importancia para el correcto desarrollo de estudios hidrológicos, ya que proporcionan valiosa información que colabora en la determinación de caudales y escurrimiento de la cuenca en análisis.



Figura 2. Ubicación del Cantón Rumiñahui

2. Metodología

En este trabajo se ha cuantificado la producción de sedimentos que es transportada hacia el cierre de la cuenca del Río Santa Clara a partir del estudio del análisis hidrológico y sedimentológico de sus características actuales. Para ello se ha tomado en cuenta la siguiente metodología:

- Determinación del Área de Estudio
- Recopilación de Información.
Se consideró la topografía del terreno mediante el uso de modelos digitales. Además se visitó la cuenca del Río Santa Clara y se tomaron muestras para ser analizadas en el laboratorio. Por otro lado también se llevó a cabo un estudio de la información geomorfológica de la cuenca.
- Elaboración de la Geodatabase
Se llevó a cabo sobre el Software ArcGis 10.3, tomando en cuenta las especificaciones del catálogo de objetos y la estandarización de la geoinformación y productos cartográficos definidos en el modelo digital del terreno.
- Elaboración de modelos en HEC-RAS
HEC-RAS (Hydrological Engineering Center - River Analysis System) es un programa de modelización hidráulica unidimensional con el que se modeló el transporte de sedimentos.
- Determinación de secciones de control
Se seleccionaron dos puntos de control a lo largo del Río Santa Clara, en los que se realizaron los análisis hidrológicos y sedimentológicos.
- Ensayos en el Laboratorio
La toma de muestras se realizó en función de la morfología fluvial. Posteriormente, cada muestra se analizó en el laboratorio del INAMHI para determinar las características de los sedimentos.

Estudio Hidrológico y Sedimentológico

Se determinaron las características hidrológicas así como del transporte de sedimentos mediante el método de Gavrilovic para la estimación de la producción de sedimentos por erosión superficial en la cuenca del Río Santa Clara.

Interpretación y síntesis

Una vez obtenidos los resultados se procedió a la descripción de los parámetros principales de cada uno de los análisis realizados.

2.1 Longitud del cauce principal (l), perímetro (p) y datos básicos de la cuenca

En la Tabla 1 se presentan los valores de estos parámetros.

Tabla 1. Datos de la Cuenca del Río Santa Clara

Información de la Cuenca del Río Santa Clara		
Datos	Símbolo	Valor (km)
Área	A	50,749
Perímetro	P	48,510
Altura máxima	H máx.	4,110
Altura mínima	H mín.	2,440
Desnivel entre curvas	D	0,05
Longitud total de las curvas de nivel	$\sum L$	289,799
Longitud del cauce principal	L	26,313

3. Resultados

3.1 Ubicación de las secciones de control.

Se escogieron dos tramos del Río Santa Clara que se encuentran ubicadas en sitios donde el cauce es recto, para evitar las sobre elevaciones y cambios en la profundidad producidos por curvas (ver Figura 3).

Las coordenadas UTM de las secciones de control se pueden observar en la Tabla 2.

Tabla 2. Coordenadas UTM de las secciones de control.

Coordenadas UTM	Este	Norte
Punto 1	783171,5817	9966461,9691
Punto 2	784783,859	9963256,6479

Estas secciones de control fueron elegidas debido a que entre ellas existe la mayor densidad poblacional, tal como se muestra en la Figura 4, lo que hace fundamental un estudio de caudales en los mismos. Además, en estos puntos fueron tomadas muestras de agua para el análisis de sólidos suspendidos y totales que requiere el análisis sedimentológico.

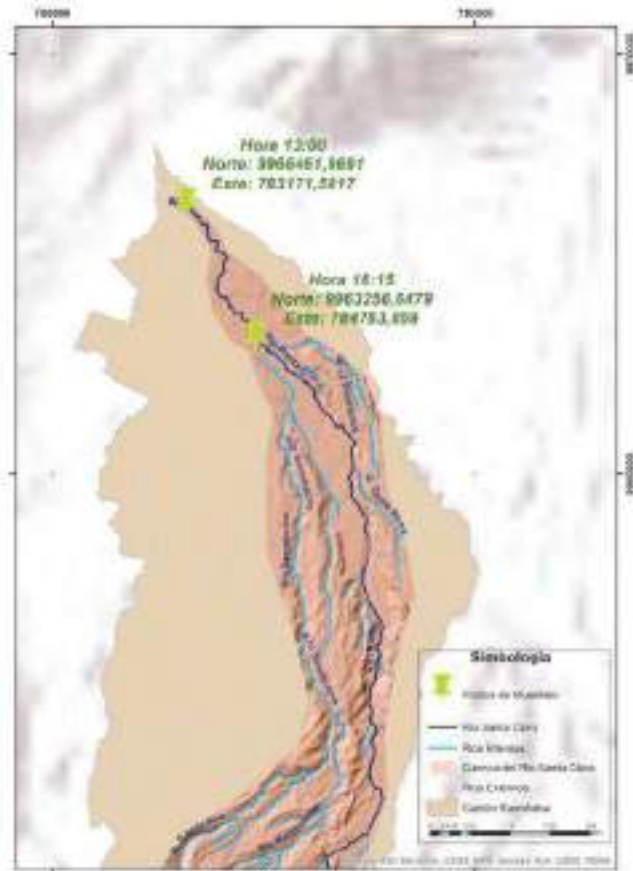


Figura 3. Puntos de control para cálculo de aforos



Figura 4. Puntos de control para cálculo de aforos. Base de GoogleMaps

Resultados del aforo en la sección de control 1.

El aforo de la sección de control ubicada en el Punto 1, se realizó el 13 de agosto de 2016 a las 13h00. La geometría de la sección se observa en la Figura 5.

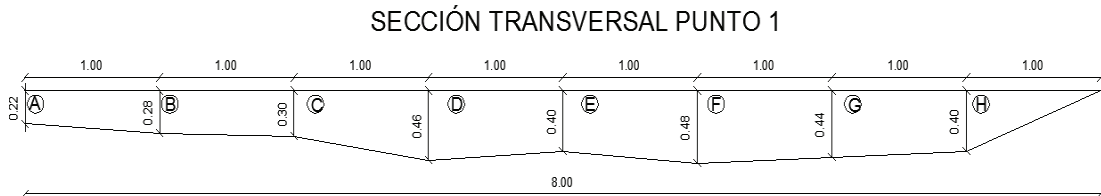


Figura 5. Sección Transversal Punto 1

Las mediciones de velocidad con el molinete se realizaron en la superficie de cada metro de ancho de la sección transversal y a profundidades equivalentes al 20, 40, 60 y 80 por ciento de la profundidad total. Los datos de campo y las velocidades calculadas se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Medición de velocidades en la Sección de Control 1 con molinete.

ABSCISA (m)	PUNTO	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	PROFUNDIDAD DE MEDICIÓN (m)	NÚMERO REVOLUCIONES	TIEMPO (s)	VELOCIDAD (m/s)	OBSERVACIONES
0	A	0.22	0.08	27	30	0.4682	ORILLA IZQ.
1	B	0.28	0.2	43	30	0.7444	
			0.17	46	30	0.7962	
			0.11	54	30	0.9344	
			0.05	57	30	0.9862	
2	C	0.3	0.22	46	30	0.7962	
			0.18	49	30	0.848	
			0.12	57	30	0.9862	
			0.06	60	30	1.038	
3	D	0.46	0.36	20	30	0.3474	
			0.27	20	30	0.3474	
			0.17	38	30	0.6582	
			0.08	65	30	1.1244	
			0.04	66	30	1.1416	
4	E	0.4	0.32	0	30	0	PIEDRA
			0.24	50	30	0.8654	
			0.16	72	30	1.2452	
			0.08	80	30	1.3834	
			0.06	82	30	1.4178	

5	F	0.48	0.38	0	30	0	PIEDRA
			0.29	40	30	0.6926	
			0.19	46	30	0.7962	
			0.1	50	30	0.8654	
			0.06	61	30	1.0552	
6	G	0.44	0.34	36	30	0.6236	
			0.26	36	30	0.6236	
			0.18	52	30	0.8998	
			0.09	64	30	1.107	
			0.06	64	30	1.107	
7	H	0.4	0.32	18	30	0.3128	
			0.24	18	30	0.3128	
			0.16	34	30	0.589	
			0.08	36	30	0.6236	
			0.06	41	30	0.71	
8	I	0	0	0	30	0	ORILLA DER.

Los perfiles de flujo correspondientes a cada punto se presentan en las Figuras 6 y 7.

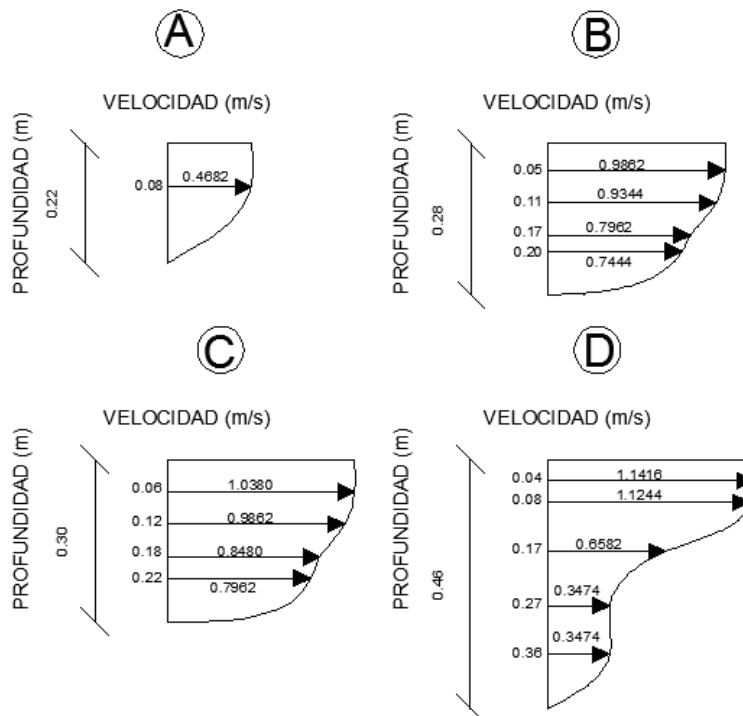


Figura 6. Perfiles de Flujo en los puntos A, B, C y D de la Sección 1.

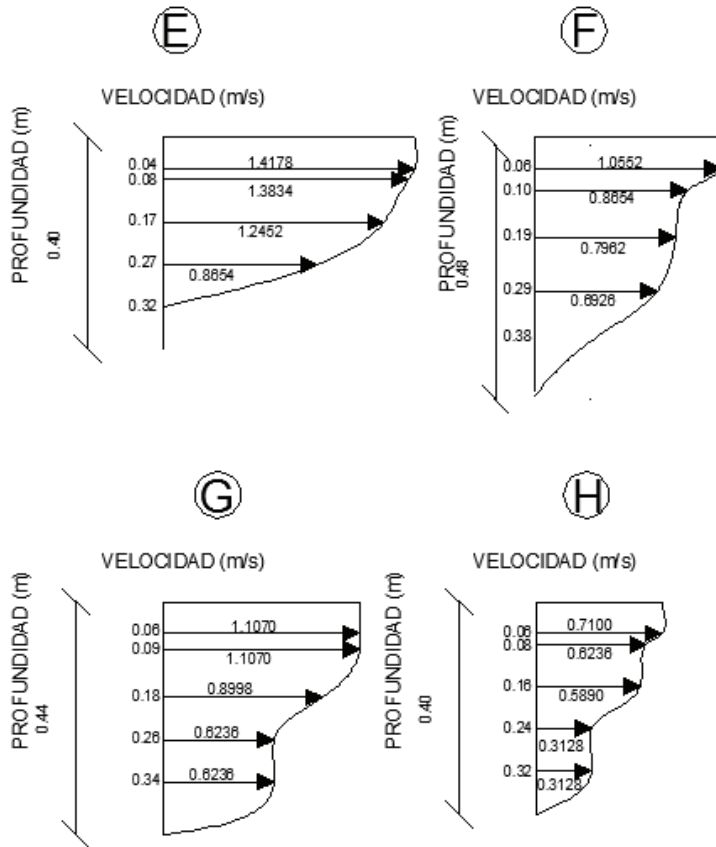


Figura 7. Perfiles de Flujo en los puntos E, F, G y H de la Sección 1.

El resumen de resultados correspondiente al cálculo de los parámetros hidráulicos de la Sección de Control 1, se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados del Aforo en la Sección de Control 1

RESULTADOS DEL AFORO SECCIÓN DE CONTROL 1	
ANCHO DE LA SECCIÓN (m):	8
CAUDAL LÍQUIDO CALCULADO (m³/seg):	1.944
ÁREA DE LA SECCIÓN (m²):	2.87
VELOCIDAD MEDIA (m/s):	0.677
VELOCIDAD MÁXIMA (m/s):	1.417
PROFUNDIDAD MÁXIMA (m):	0.48
PERÍMETRO MOJADO (m):	8.318
RADIO HIDRÁULICO (m):	0.345
TIRANTE (m):	0.358
VELOCIDAD SUPERFICIAL MEDIA (m/s):	0.996
MANNING: F. Hidráulico:	1.377
MANNING: F. Geométrico:	1.411
CHEZY: Hidráulico	1.153
STEVENS: A(D)**0.5	1.719

STEVENS: $A(R)**0.5$	1.685
GRISHANING: F. Cauce:	0.765
GRISHANING: F. Caudal:	0.468
GRISHANING: F. Tirante:	1.139
NÚMERO DE FROUDE:	0.361

Resultados del aforo en la sección de control 2.

El aforo de la sección de control ubicada en el Punto 2, se realizó el 13 de agosto de 2016 a las 16h15. La geometría de la sección se observa en la Figura 8.

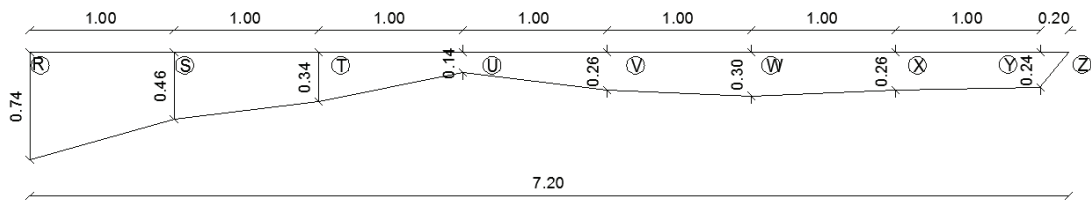


Figura 8. Sección Transversal Punto 2

Las mediciones de velocidad con el molinete se realizaron en la superficie de cada metro de ancho de la sección transversal y a profundidades equivalentes al 20, 40, 60 y 80 por ciento de la profundidad total. Los datos de campo y las velocidades calculadas se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Medición de velocidades en la Sección de Control 2 con molinete.

ABSCISA	PUNTO	PROFUNDIDAD TOTAL (m)	PROFUNDIDAD DE MEDICIÓN (m)	NÚMERO REVOLUCIONES	TIEMPO	VELOCIDAD (m/s)	OBSERVACIONES
0	R	0.74	0.59	33	30	0.5718	O. IZQ.
			0.44	11	30	0.192	
			0.29	38	30	0.6582	
			0.14	60	30	1.038	
			0.06	60	30	1.038	
1	S	0.46	0.36	11	30	0.192	
			0.27	20	30	0.3474	
			0.18	22	30	0.3818	
			0.09	28	30	0.4854	
2	T	0.34	0.24	44	30	0.7618	
			0.2	58	30	1.0034	
			0.13	77	30	1.3316	
			0.06	71	30	1.228	
3	U	0.14	0.04	32	30	0.5546	

4	V	0.26	0.18	47	30	0.8136	
			0.15	46	30	0.7962	
			0.1	49	30	0.848	
			0.05	51	30	0.8826	
5	W	0.3	0.2	42	30	0.7272	
			0.18	53	30	0.9172	
			0.12	74	30	1.2798	
			0.06	82	30	1.4178	
6	X	0.26	0.16	35	30	0.6064	
			0.1	45	30	0.779	
			0.02	32	30	0.5546	
7	Y	0.24	0.14	8	30	0.1428	
			0.09	11	30	0.192	
			0.05	14	30	0.2438	
7.2	Z	0	0	0	30	0	O DER.

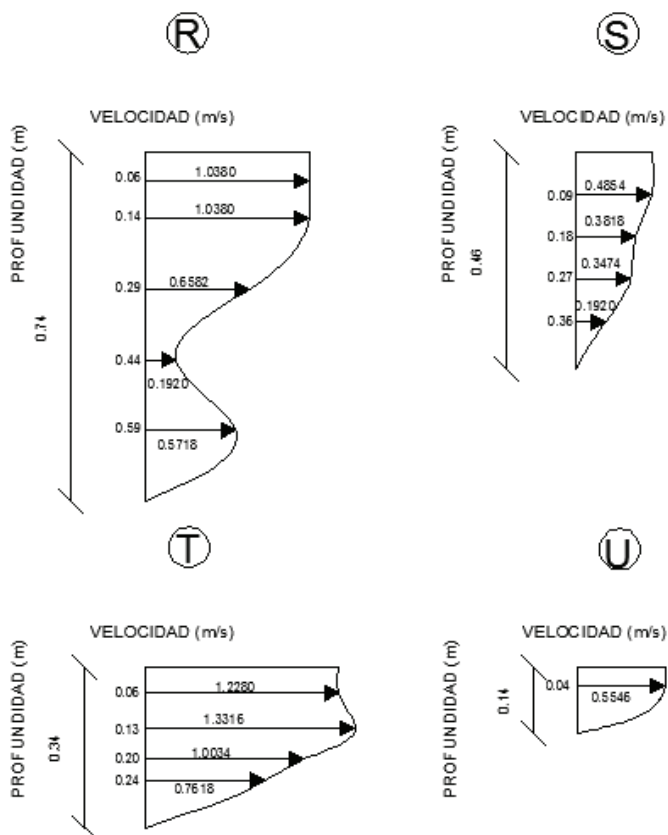


Figura 9. Perfiles de Flujo en los puntos R, S, T y U de la Sección 2.

Los perfiles de flujo correspondientes a cada punto se presentan en las **Figuras 9 y 10**.

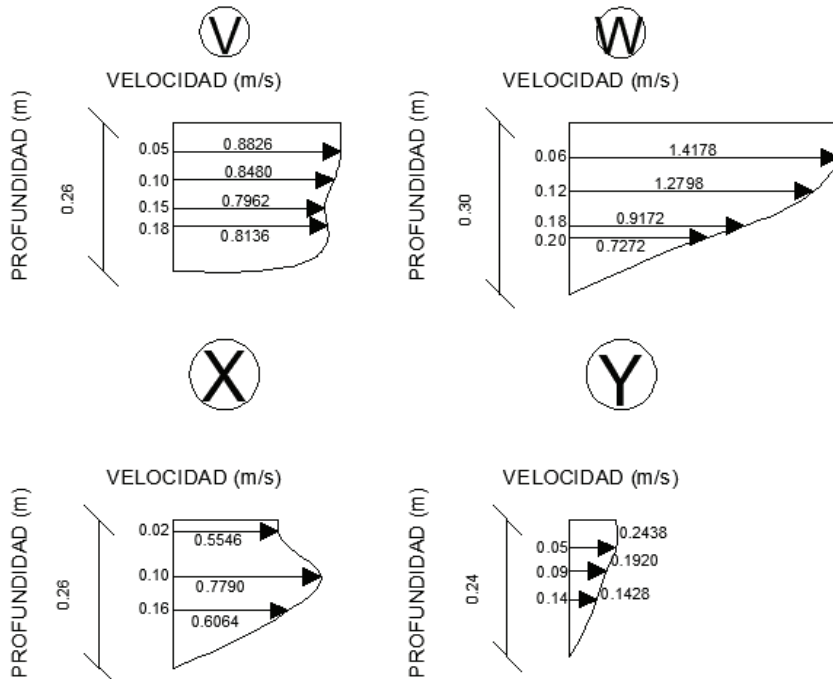


Figura 10. Perfiles de Flujo en los puntos V, W, X y Y de la Sección 2.

El resumen de resultados correspondiente al cálculo de los parámetros hidráulicos de la Sección de Control 2, se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados del Aforo en la Sección de Control 2

RESULTADOS DEL AFORO SECCIÓN DE CONTROL 2	
ANCHO DE LA SECCIÓN (m):	7.2
CAUDAL LÍQUIDO CALCULADO (m³/seg):	1.444
ÁREA DE LA SECCIÓN (m²):	2.274
VELOCIDAD MEDIA (m/s):	0.635
VELOCIDAD MÁXIMA (m/s):	1.417
PROFUNDIDAD MÁXIMA (m):	0.74
PERÍMETRO MOJADO (m):	8.126
RADIO HIDRÁULICO (m):	0.279
TIRANTE (m):	0.315
VELOCIDAD SUPERFICIAL MEDIA (m/s):	0.792
MANNING: F. Hidráulico:	1.484
MANNING: F. Geométrico:	0.972
CHEZY: Hidráulico	1.2
STEVENS: A(D)**0.5	1.278
STEVENS: A(R)**0.5	1.202
GRISHANING: F. Cauce:	0.761
GRISHANING: F. Caudal:	0.414
GRISHANING: F. Tirante:	0.837
NÚMERO DE FROUDE:	0.361

En la Tabla 7 se puede observar que la sección transversal en el punto 1 (aguas abajo) presenta un mayor caudal que el de la sección transversal ubicada en el punto 2.

Tabla 7. Caudales resultantes del aforo con molinete

SECCIÓN TRANSVERSAL	CAUDAL (m³/s)
PUNTO 1	1.944
PUNTO 2	1.444

Estos caudales sirvieron para el modelo de la simulación de arrastre de sedimentos realizados en HEC-RAS

Modelamiento en hec-ras

HEC-RAS es un software desarrollado por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del US Army Corps of Engineer, con el que se realizará el modelamiento y simulación de caudales y arrastre de sedimentos a lo largo del Río Santa Clara.

Toma de muestras y ensayo en laboratorio

Para la caracterización de los sedimentos transportados en el Río Santa Clara se tomaron muestras de agua en dos secciones del río, las cuales fueron ensayadas en Laboratorio Nacional de Calidad de Aguas y Sedimentos (LANCAS) del INAMHI.

Tabla 8. Coordenadas UTM de las secciones de control.

COORDENADAS UTM	ESTE	NORTE
PUNTO 1	783171,5817	9966461,9691
PUNTO 2	784783,859	9963256,6479

En cada una de las secciones de control se tomaron tres muestras para realizar el análisis de sólidos totales y sólidos suspendidos.

Las muestras de agua en la sección del Punto 1 fueron tomadas el 13 de agosto de 2016 a las 13h00. Los resultados de los análisis de las muestras reflejan los siguientes resultados:

Tabla 9. Resultados de análisis en la sección del Punto 1.

Parámetros	Unidades	Valor Muestra 1	Valor Muestra 2	Valor Muestra 3
Sólidos Totales	mg/L	290	282	276
Sólidos Suspendidos	mg/L	<44.7	<44.7	<44.7

Las muestras de agua en la sección del Punto 2 fueron tomadas el 13 de agosto de 2016 a las 16h15. Los resultados de los análisis de las muestras reflejan los siguientes resultados:

Tabla 10. Resultados de análisis en la sección del Punto 2.

Parámetros	Unidades	Valor Muestra 1	Valor Muestra 2	Valor Muestra 3
Sólidos Totales	mg/L	228	210	250
Sólidos Suspendidos	mg/L	<44.7	<44.7	<44.7

De acuerdo a los resultados se puede evidenciar que las muestras de agua tomadas en la sección del Punto 1, que se encuentra aguas abajo en relación a la sección del Punto 2, presenta valores mayores de sólidos totales. El valor de sólidos suspendidos en todas las muestras es menor a 44.7 mg/L.

Mapa de modelamiento de sedimentos y caudales del Río Santa Clara

Una vez obtenido el modelamiento de sedimentos y caudales del Río Santa Clara, se exportaron los datos a ARCGIS 10.3 para presentar el mapa de modelamiento con los caudales considerados para el diseño. Los mapas representan una sección del río de 4.5 km en la zona con mayor densidad poblacional que atraviesa el Río Santa Clara

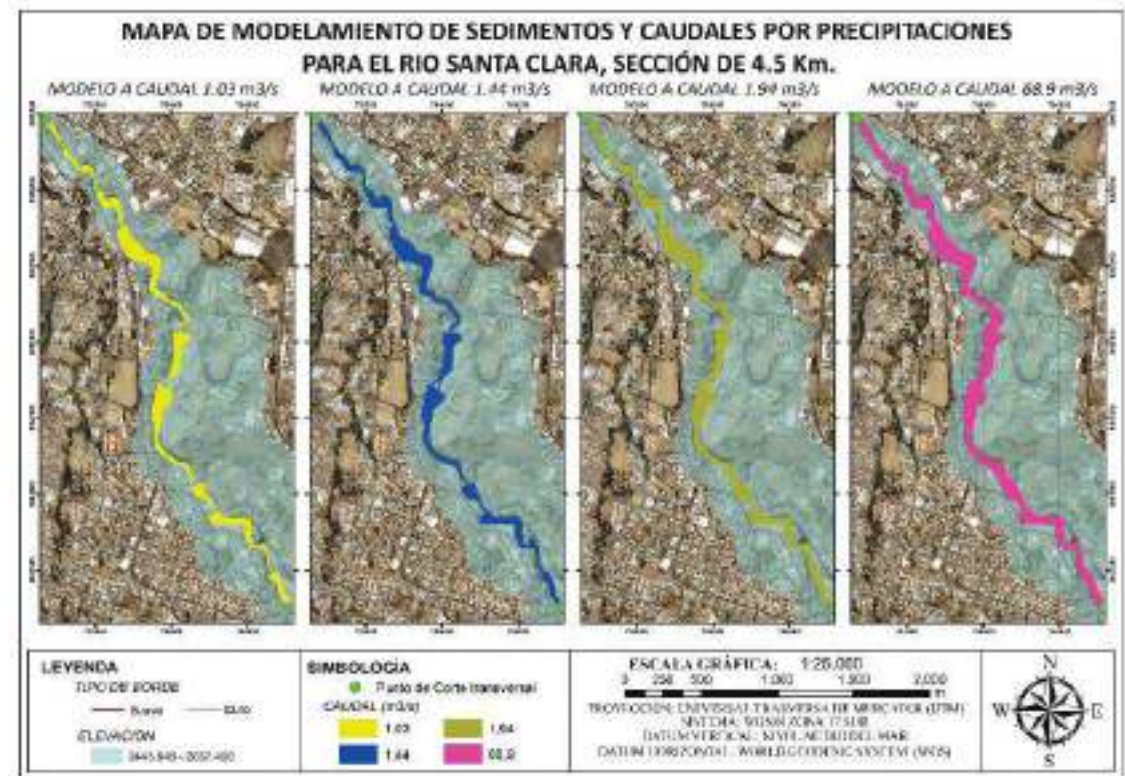


Figura 11. Mapa de modelamiento de sedimentos y caudales en el Río Santa Clara

Conclusiones

Una vez realizado el trabajo de campo, en el cual se ubicaron secciones a lo largo del cauce del Río Santa Clara, se realizó el aforo correspondiente utilizando la metodología de flotadores y molinetes. Con la ayuda de los datos meteorológicos de las precipitaciones en la zona de estudio,

se determinó el caudal medio del Río Santa Clara $Q_0 = 1.03 \text{ m}^3/\text{s}$, en tanto que los caudales aforados son de $1.44 \text{ m}^3/\text{s}$ y $1.94 \text{ m}^3/\text{s}$. Con la aplicación de la ecuación para determinar caudales en cuencas con poca información hidrológica del Dr. Washington Sandoval, se obtuvo que el caudal máximo del Río Santa Clara para un periodo de retorno de diez años es de $68.9 \text{ m}^3/\text{s}$.

Con la caracterización de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del Río Santa Clara, se determinó que la cuenca tiene una forma alargada y una topografía escarpada, con una pendiente media del 28%. Además se determinó que la densidad de drenaje es alta, lo que indica que la cuenca tiene suficiente drenaje para soportar tormentas. De acuerdo a la curva hipsométrica, se concluye que es una cuenca sedimentaria en fase de vejez.

La producción de sedimentos por erosión superficial que llega al punto de cierre de la cuenca del Río Santa Clara fue determinado por el método de Gavrilovic. Mediante su aplicación, que toma en cuenta factores ambientales como la temperatura, precipitación media anual, uso y cobertura del suelo, así como la topografía del terreno, se obtuvo el valor de $268.719,89 \text{ m}^3/\text{año}$. Como resultado, se presentan mapas de producción de sedimentos, que son una herramienta importante para la toma de decisiones acerca de la identificación de zonas de mayor producción, y la evaluación de los procesos de estabilización (forestación, obras de control) o recuperación de dichas zonas. Finalmente, una vez obtenidos los parámetros hidrometeorológicos, se procedió a elaborar mapas temáticos, los cuales simulan el comportamiento de los caudales calculados, así como también el arrastre de sedimentos producidos en la superficie de la cuenca.

Bibliografía

- Beyer Portner, N. (1998). *Erosion des bassins versant alpines suisses par ruissellement de surface*. Lausana: (Doctoral dissertation, PhD thesis, EPFL).
- CATIE. (2006). Curso de especialización en Gestión integral de cuencas hidrográficas. Turrialba, Costa Rica.
- Chow, V. (2000). *Hidráulica de canales abiertos*. McGraw Hill.
- Clauer, N., Liewig, N. Pierret, M.C. and Toulkeridis, T., 2003: Crystallization conditions of fundamental particles from mixed-layer illite-smectite of bentonites based on isotopic data (K-Ar, Rb-Sr and $\delta^{18}\text{O}$). *Clays and Clay minerals*, 51: 664-674.
- Delgadillo Santander, A., & Moreno Barrios, A. (2013). *MORFOLOGÍA DE CUENCAS*. Mérida, Venezuela: UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.
- Gavrilovic, Z. (1988). *The use of an empirical method (Erosion Potential Method) for calculating sediment production and transportation in unstudied or torrential streams*. England: Wallingford.
- GOBIERNO MUNICIPAL DE RUMIÑAHUI. (30 de 01 de 2017). <http://www.ruminahui.gob.ec/>. Obtenido de http://www.ruminahui.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=34&Itemid=158&lang=es
- Gobierno Municipal del Cantón Rumiñahui. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial 2012-2025*. Sangolquí.
- Gregory, K., & Walling, D. (1973). *Drainage basins forms and processes: a geomorphological approach*. London: Arnold.
- Guevara, E., & Cartaya, H. (1991). *Hidrología: una introducción a la ciencia hidrológica aplicada*. Universidad de Carabobo Venezuela.
- HORTON, R. (1932). *Drainage basin characteristics*. Eos, Transactions American Geophysical Union.
- Ibáñez Asencio, S., Moreno Ramón, H., & Gisbert Blanquer, J. (2011). *Morfología de las Cuencas Hidrográficas*. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia: <http://hdl.handle.net/10251/10782>
- INEC. (30 de 01 de 2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/inec-presenta-sus-proyecciones-poblacionales-cantoniales>
- LEOPOLD, L., & J.P., W. M. (1964). *Fluvial Processes in Geomorphology*. San Francisco: Freeman.

- Misi, A., Iyer, S.S., Silva Coelho, C.E., Tassinari, C.C.G., Franca-Rocha, W.J.S., Rocha Gomes, A.S., Cunha, I.A., Toulkeridis, T. and Sanches, A.L., 2000: A metallogenic evolution model for the lead-zinc deposits of the Meso and Neoproterozoic sedimentary basins of the São Francisco Craton, Bahia and Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 30 (2):302-305.
- Morgan, R. (2005). *Soil erosion and conservation* (Tercera ed.). Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Pérez, J. (1979). *Fundamentos del ciclo hidrológico*. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Departamento de Meteorología e Hidrología.
- Pourrut, P. (1995). *El Agua en el Ecuador. Clima, precipitaciones, escorrentía*. Quito: Corporación Editora Nacional.
- Ruiz, D. (2001). *Hidrología evolución y visión sistémica*. Barinas: UNELLEZ.
- SAGARPA. (10 de 02 de 2017). *HIDROLOGÍA APLICADA A LAS PEQUEÑAS OBRAS HIDRÁULICAS*. Obtenido de www.sagarpa.gob.mx: www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/.../INSTRUCTIVO_HIDROLOGIA.pdf
- Sandoval Erazo, W. R., & Aguilera Ortiz, E. P. (2014). DETERMINACIÓN DE CAUDALES EN CUENCAS CON POCA INFORMACIÓN HIDROLÓGICA. *Revista Ciencia UNEMI-Ecuador*, 100-110.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN. (Julio de 2013). “*GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA 1:25.000*”. Obtenido de MEMORIA TÉCNICA CANTÓN RUMIÑAHUI: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA2/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/PICHINCHA/RUMI%20C3%91AHUI/IEE/MEMORIA_TECNICA/mt_ruminahui_clima_hidrologia.pdf.
- Spalletti, P., & Brea, J. (2006). *Efecto de cambios de la cobertura vegetal en la producción de sedimentos. Caso de la Alta Cuenca del río Bermejo*. Buenos Aires: Instituto Nacional del Agua - Laboratorio de Hidráulica.
- Strahler, A. (1964). *Quantitative geomorphology of drainage basin and channel networks*. Handbook of applied hydrology.
- Zuidam, V. (1986). *Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping*. Smiths publishers.

CIUDAD DE ESMERALDAS: ¿VULNERABILIDAD O DESARROLLO?

Mario A. Cruz D'Howitt

Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

Resumen

Esmeraldas es una ciudad vulnerable ante eventos naturales, antrópicos o combinados, no por su ubicación geográfica o características fisiográficas, geológicas, tectónicas o climáticas, sino, por la ocupación y uso inadecuado del suelo en ciertas áreas que nunca debieron ser alteradas o modificadas a partir de sus condiciones naturales, a pesar de la presión demográfica y la lucha por conseguir un espacio de tierra para ubicar una vivienda. Al ocupar estas zonas, las condiciones naturales se convirtieron en amenazas potenciales para una población cuya característica cultural no es precisamente la previsión, prevención, y, peor aún, la percepción de que la naturaleza, si es continuamente alterada o modificada, puede volverse, en algún momento, malévola y atente contra la vida y bienes de la población. En este artículo se analiza las causas específicas que hacen de la Esmeraldas una ciudad vulnerable y se plantea la disyuntiva: ¿Desarrollo vs. Vulnerabilidad? Ante esta interrogante solamente cabe apelar a una buena Gestión del Riesgo de manera integral, continua en el tiempo y transversal a todas las actividades de la sociedad.

Palabras clave: ciudades vulnerables, eventos naturales, antrópicos o combinados, Gestión del Riesgo.

Abstract

Esmeraldas is a vulnerable city to natural, anthropogenic or combined events, not because of its geographical location or physiographic, geological, tectonic or climatic characteristics, but because of the occupation and inadequate use of the soil in certain areas that should never be altered or modified from of its natural conditions, in spite of the demographic pressure and the struggle to obtain a space of land to locate a house. By occupying these areas, natural conditions became potential threats to a population whose cultural characteristic is not precisely foresight, prevention, and, worse still, the perception that nature, if continuously altered or modified, can become, in Some time, malevolent and threatening the life and property of the population. In this article, we analyze the specific causes that make the Esmeraldas a vulnerable city and the dilemma: Development vs. Vulnerability? Faced with this question, it is only possible to appeal to a good risk management in an integral way, continuous in the time and transversal to all the activities of the society.

Key words: vulnerable cities, natural - anthropic or combined events, risk assessment

Antecedentes.

Mucho se ha hablado a cerca de ¿Qué es lo que hace a las ciudades vulnerables? (EIRD, 1995; Blaikie, P. et. al. 1996), y muchos estudios se han realizado en América Latina (Oxfam, 2015) y en el Ecuador en Particular (D'Ercole, R, et al.; 2003) desde hace poco más de una década. La Organización Internacional para la Reducción de los Desastres de las Naciones Unidas (EIRD, 1995) menciona muy claramente que un “rápido crecimiento de la población frente a una inadecuada planificación territorial”, induce a que ciertos sectores de la población, generalmente los más deprimidos económicamente, “se instalen ilegalmente en zonas peligrosas, (las zonas menos peligrosas ya están ocupadas)”. Igualmente, señala, “una alta densidad de

población, ocupando áreas limitadas, será más vulnerable ante un evento natural o antrópico que la población dispersa en zonas más extensas”.

Estos conceptos y diagnósticos han sido asimilados, apropiados y actualizados por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Esmeraldas, según se refleja en su documento “Estrategia de Gestión de Riesgos y Desastres para el Cantón Esmeraldas”, (Unidad de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, 2012), en el cuál se analizan las condiciones ambientales y se identifican los riesgos de diverso origen que afectan al Cantón. De acuerdo con este documento el “Cantón Esmeraldas se ubica en un área de alta exposición a múltiples amenazas, las que se detallan a continuación: Tsunamis, Deslizamientos, Hundimientos, Sismos y terremotos, Sequias, Inundaciones, Incendios, Delincuencia (violencia y criminalidad).” Frente a estas realidades el GAD Municipal se plantea nueve objetivos estratégicos y líneas de acción para “reducir sensiblemente la vulnerabilidad ambiental, social y económica de la comunidad frente a los desastres, mediante la aplicación de políticas públicas, normativas, planes, programas e institucionalizar la Gestión de Riesgos, mediante la concertación, coordinación y sinergia institucional,.... propiciando la seguridad integral, el bienestar y la protección de los derechos humanos.” (Unidad de Gestión de Riesgos_ GAD Esmeraldas, 2012).

Este tipo de diagnósticos y sus resultados son, indudablemente, muy interesantes desde el punto de vista académico, pero se pierde de vista que el desarrollo o incremento de la vulnerabilidad en una ciudad, responde a procesos culturales, educativos, económicos, demográficos y de voluntad política que no siempre pueden ser controlados o previstos por los GAD's o por los Organismos encargados de hacer Gestión del Riesgo y que demandan continuidad en el tiempo para ser incorporados al acervo cultural de la población. Una actividad puntual en este sentido, no calará hondo en el entorno socio cultural de los habitantes.

¿Qué le hace vulnerable a la ciudad de Esmeraldas?

Esmeraldas es una ciudad vulnerable ante eventos naturales, antrópicos o combinados, no por su ubicación geográfica o características fisiográficas, geológicas, tectónicas o climáticas, sino, tal como diagnostica el EIRD, (EIRD, 1995), por la ocupación y uso inadecuado del suelo en ciertas áreas que nunca debieron ser alteradas o modificadas a partir de sus condiciones naturales, a pesar de la presión demográfica y la lucha por conseguir un espacio de tierra para ubicar una vivienda. Al ocupar estas zonas, las condiciones naturales se convirtieron en amenazas potenciales para una población cuya característica cultural no es precisamente la previsión, prevención, y, peor aún, la percepción de que la naturaleza, si es continuamente alterada o modificada, puede volverse, en algún momento, malévola y atente contra su vida y sus bienes.

Inicialmente la ciudad de Esmeraldas nació sobre la orilla izquierda del río Esmeraldas, (Gráfico 1), sobre una terraza aluvial relativamente alta en el estuario del río, un sector característicamente plano y alto, con respecto al nivel medio del río.



Gráfico 1: Ubicación de la ciudad de Esmeraldas. Fuente: Carta Topográfica IGM, 1989

El crecimiento urbano de la ciudad se desarrolló alrededor de este núcleo inicial de la ciudad y comenzó a extenderse inicialmente al Norte y hacia las orillas mismas del río, ocupando sectores de dominio fluvial, sujetos a frecuentes inundaciones en cada período lluvioso anual, (Foto 1). Debido a que las viviendas, por ancestro, se elaboraban de madera y caña, sobre pilotes altos de madera, inicialmente, el impacto de las inundaciones no fue significativo, pero a medida que los materiales de construcción cambiaron a bloque y zinc y las autoconstrucciones comenzaron a levantarse a nivel del suelo, abandonando el sistema de pilotes, el impacto de las inundaciones, por ingreso de agua y lodo a las viviendas, se ha ido incrementando a tal punto de causar serias pérdidas de bienes muebles en sectores donde los habitantes subsisten del comercio informal, pesca, artesanías y ocupaciones poca retribución económica. La ocupación de zonas de claro dominio fluvial, ha introducido la variable vulnerabilidad en el medio ambiente natural de esos sectores, causando además un desequilibrio ecológico por tala de vegetación, generación de desechos contaminantes sólidos y líquidos, presencia humana en zonas de reserva natural, entre otras causas.



Foto 1: Introducción de la variable vulnerabilidad por ocupación de zonas de dominio fluvial, sujetas a frecuentes inundaciones en cada período lluvioso anual.

La expansión de la ciudad hacia el valle del río Teaone, al Sur, presenta igualmente las mismas características, ya que se ha ocupado casi la totalidad del área disponible, incluyendo las terrazas bajas aledañas al río, inundables también en cada período lluvioso anual (Foto 2). Ejemplos de esta ocupación constituyen los asentamientos de CODESA _Los Mangos, Propicia I, La Concordia, 50 Casas, entre otros, en donde los niveles de agua lodosa fácilmente han alcanzado niveles de 1, 65 metros y más, (Foto 3), obligando a los pobladores a desalojar el área por varias semanas. Muchos de éstos no tienen un lugar donde asentarse temporalmente y deben ser ubicados en instituciones educativas o coliseos.

La ocupación de las terrazas bajas y orillas de este río, igualmente ha introducido la variable vulnerabilidad, donde antes no la había.



Foto 2: Ocupación de las terrazas bajas aledañas al río Teaone sujetas a inundación en cada período lluvioso anual.



Foto 3: Nivel de inundación de agua lodosa, 1,65 metros y más (orillas río Teaone)

Concomitantemente a la ocupación de los valles fluviales, la ciudad creció hacia el Oeste, ocupando las colinas bajas y de mediana altura aledañas a la zona comercial de la ciudad, (Foto 4), y los valles intercolinarios adyacentes, (Foto 5).



Foto 4: Ocupación de colinas aledañas a la zona comercial de la ciudad



Foto 5: Ocupación de los valles intercolinarios, al Oeste de la ciudad de Esmeraldas

Muchos de esos asentamientos son irregulares, casi no poseen servicios básicos y están ocupados por migrantes que, abandonando el sector rural, han buscado asentarse en los límites urbanos, buscando así mejores oportunidades de vida. Por ello mantienen sus costumbres de honda raigambre rural y no son conscientes de que el alterar las condiciones naturales de esas zonas, puede ocasionar que la naturaleza se vuelva en contra de ellos mismos (Foto 6).



Foto 6: Ocupación y alteración de las condiciones naturales del sector colinado

La alteración más grave que continúa haciéndose es la tala indiscriminada e incontrolable de todo tipo de cobertura vegetal, (Foto 7), favoreciendo la sobre-saturación del suelo arcilloso en época lluviosa, (arcillolita expansiva) en pendientes fuertes, cuyo ángulo de equilibrio también se ha alterado por la construcción de terraplenes para obras civiles. De esta manera han aparecido todos los elementos negativos que contribuyen, en presencia de un elemento disparador, a generar un desastre por inestabilidad de laderas, como ya es usual, por decirlo de alguna manera, cada año en esos sectores semi-rurales de la ciudad, (Fotos 8 y 9).



Foto 7: Tala indiscriminada y agresiva de todo tipo de cobertura vegetal



Foto 8: Deslizamiento de Enero de 2016 en el Barrio 20 de Noviembre en la ciudad de Esmeraldas.
Foto. Diario La Hora



Foto 9: Deslizamiento del 25 de Enero de 2016 que afectó al Barrio 20 de Noviembre, a un año de la tragedia.

Finalmente, desde los niveles gubernamentales también se introducen vulnerabilidades, antes inexistentes, al ocupar zonas conocidas como de influencia directa de ciertos eventos naturales como tsunamis. Así, se acaba de inaugurar un Centro de Atención Ciudadana en el sector del Puerto marítimo nacional, (Fotos 10 y 11), en donde también existe infraestructura de buena calidad como la Escuela de la Marina Mercante, patio de comidas, bodegas portuarias, instalaciones de la Armada del Ecuador, Hospital Naval y el centro de atención ciudadana ECU-911 de Esmeraldas, (Foto 12).



Foto 10: Instalaciones del Centro de Atención Ciudadana de Esmeraldas



Foto 11: Costo de la obra ubicada en zona de afectación directa por tsunami



Foto 12: Instalaciones del Centro ECU 911 de Esmeraldas en zona de afectación directa por tsunami.

En el malecón del barrio Las Palmas, se acaba de inaugurar, igualmente, el nuevo edificio de oficinas de la Flota Petrolera Ecuatoriana (FLOPEC) y se ha remodelado totalmente el sector, (Foto 13). Indudablemente que estas obras han contribuido a reactivar el potencial turístico de esta área, pero a la vez incrementan la vulnerabilidad ante la posibilidad de ocurrencia de un tsunami con características del acaecido el año de 1906.



Foto 13: Nuevo edificio de oficinas de la Flota Petrolera Ecuatoriana (FLOPEC), sector Las Palmas, zona de influencia directa de tsunamis.

Entonces se tiene que enfrentar la disyuntiva: ¿Desarrollo y vulnerabilidad? o ¿no desarrollo - no vulnerabilidad? Ante estas interrogantes solamente cabe apelar a una buena Gestión del Riesgo de manera integral, continua en el tiempo y transversal a todas las actividades de la sociedad.

Bibliografía:

- Blaikie Piers. 1996. “Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres”. En La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Primera Edición: Julio de 1996. Obtenido el 11 de 04 de 2017, de http://www.desenredando.org/public/libros/1996/vesped/vesped-todo_sep-09-2002.pdf.
- D’ Ercole, Trujillo Mónica, 2003. “Amenazas, Vulnerabilidad, Capacidades y Riesgos en el Ecuador: Los desastres, un reto para el desarrollo”. Cooperazione Internazionale, (COOPI), IRD, Oxfam. Quito, Mayo 2003.
- Diario “La Hora”, 2016. “Tragedia en Barrio 20 de Noviembre – Esmeraldas”. Edición digital del 5 de marzo de 2016.
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, EIRD. 1995. “¿Qué es lo que hace a las ciudades vulnerables?”. Naciones Unidas, 1995. Obtenido el 11/04/2017, de www.eird.org/bibliovirtual/riesgo-urbano/pdf/spa/doc8326/doc8326-1e.pdf.
- GAD del Cantón Esmeraldas. 2012. “Estrategia de Gestión de Riesgos y Desastres”. Esmeraldas, 2012.
- Instituto Geográfico Militar. 1989. Carta Topográfica de Esmeraldas. Edición 1989. Quito.
- Oxfam América. 2015. “Vulnerabilidad urbana: evaluando los nuevos factores de riesgo en Lima Metropolitana.” Primera edición: Mayo 2015. Lima – Perú.

EL CONCEPTO DE FRONTERAS DE PAÍSES – UNA EVALUACIÓN DEL CASO DEL ECUADOR

Carlos Vasco Cevallos

Departamento de Seguridad y Defensa, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

Resumen

Todos los estados del planeta han establecido su frontera, sirve para mediante medidas cautelares, separar dos o más sistemas territoriales contiguos, permite proteger, amparar, ayudar y salvaguardar a una nación que está expuesta a peligros y amenazas externas. Para lograrlo, se establecen diferentes sistemas de control como policial, aduanero, migratorio, fitosanitario y militar. En cada caso se aplicará con sutileza la ley, para permitir la circulación permanente de personas, bienes y servicios. Su análisis político estratégico debe considerar los valores geográfico, humano, político, económico y militar, buscando encontrar en la frontera la seguridad que necesita la nación para desarrollarse. En esa área se encontrará elementos consustanciales a ella, unos sirven al Estado, otros se empeñan por apoyar a grupos criminales. Ninguna frontera es sólida, todas son permeables, algunas tienen grandes porosidades y extensiones abandonadas. Por eso los intercambios legales e ilegales, lícitos e ilícitos, se realizan las 24 horas. La frontera es un área geográfica asimétrica que varía en profundidad y amplitud depende de las actividades que ahí se realicen. Su borde anterior esta materializado por el Límite Político Internacional (LPI) que se materializa con accidentes naturales o líneas geodésicas.

Palabras claves: Frontera, Control, Seguridad, Soberanía, Límite Político Internacional

Abstract

All the states of the planet have established their border, which serves through precautionary measures, separating two or more contiguous territorial systems, allowing to protect, shelter, help and safeguard a nation that is exposed to external dangers and threats. To achieve this, different control systems are established such as police, customs, immigration, phytosanitary and military. In each case, the law will be applied with subtlety, to allow the permanent circulation of people, goods and services. Its strategic political analysis must consider geographic, human, political, economic and military values, seeking to find in the border the security that the nation needs to develop. In this area, one will find elements consubstantial to it, some serve the State, others are committed to supporting criminal groups. No border is solid, all are permeable, some have large porosities and abandoned extensions. That is why legal and illegal exchanges, licit and illicit, are carried out 24 hours a day. The border is an asymmetric geographical area that varies in depth and breadth depends on the activities carried out there. Its anterior border is materialized by the International Political Limit (IPL) that materializes with natural accidents or geodesic lines.

Key words: Border, Control, Security, Sovereignty, International Political Limit

A.- Visión panorámica de la frontera

1.- Generalidades

El origen del vocablo frontera viene de frente, un término militar, que designa la zona de contacto con una armada enemiga. Ésta línea sinuosa y fluctuante evoluciona en función de las relaciones de fuerzas presentes. A partir del siglo XVII, la frontera se vuelve progresivamente

una línea definida, límite entre dos o más estados. La frontera, no es una línea, la frontera es una zona, es una faja de terreno, que no puede ser simétrica, que está inmediatamente unida al límite político internacional o línea divisoria entre dos países; al analizar este importante tema, debemos considerar que desde el principio todas las fronteras estuvieron asociadas a varios sistemas de vigilancia, que dan a los estados la facultad para supervisar a través de sus órganos jurisdiccionales todos los actos administrativos que se desarrollen en esa faja de terreno que separa a dos o más estados diferentes.

La frontera toma un sentido más político con la construcción de los Estados-naciones y se apoya entonces en el concepto de frontera natural: el límite de un territorio es tanto más legible y fácil de controlar cuando reposa sobre un obstáculo físico. La frontera se vuelve una línea en el trazado a veces artificial sobre el terreno y es objeto de arreglos. Su presencia es sin embargo legitimada a través del concepto de frontera natural. La frontera política consiste por consiguiente en una separación entre dos territorios (dos soberanías en pleno ejercicio), que se materializa en la existencia de una discontinuidad frecuentemente representada por una línea. Se enfrentan dos sistemas políticos, se tratan de igual a igual, pero sus funcionamientos, sus modos de organización, sus sistemas jurídicos difieren.

El concepto primario de frontera, está relacionado con el vocablo protección que significa, ayuda y amparo, son medidas cautelares destinadas a salvaguardar una sociedad expuesta a peligros o amenazas; ésta es la razón para que en varios puntos de esta faja de terreno se establezcan diferentes formas de control; militares, policiales, aduaneros, migratorios, fitosanitarios, etc.; pero lo más interesante es que esta exigencia de cuidados, debe tener la sutileza para, aplicando la ley, permitir la circulación permanente de personas, así como de los bienes y servicios que cumplan las normas aprobadas por los Estados en convenios binacionales o multinacionales.

Sería un grave error, considerar a la frontera solamente como una expresión territorial simplista, los planificadores del nivel político estratégico, deben analizar éste tema, reflexionando sobre varios asuntos que establecen la verdadera importancia que tiene una frontera; éstos se relacionan con el valor: geográfico, humano, económico y político que en última instancia se verán reflejados en el tema militar. Sin excepción, todos los estados buscan encontrar en sus fronteras la seguridad que necesita una nación para desarrollarse, por eso, es normal que, una frontera esté apoyada en un accidente geográfico, que constituya un obstáculo natural que cumpla con tal finalidad; de otra parte, no todas las fronteras tienen en su estructura, accidentes naturales hidrográficos, orográficos o conjuntos topo tácticos que proporcionen a un Estado la fortaleza natural necesaria para garantizar la seguridad que la nación anhela; en este caso los análisis serán diferentes, porque el Límite Político Internacional (LPI), está materializado por líneas geodésicas como es el caso del Estado Ecuatoriano en los límites que tenemos con el Estado Peruano en la Región Oriental o Amazónica, provincias de Sucumbíos, Orellana, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe; y en la Provincia de Sucumbíos entre Cuhimbe y Nueva Santa Rosa frontera con el Estado Colombiano.

En una frontera, existen personas y estructuras emblemáticas, que son parte consustancial de esa área geográfica; unos, sirven al Estado y garantizan la seguridad de la nación; otros, sirven a intereses de grupos criminales organizados abiertos o clandestinos que mediante operaciones delictivas sistemáticas de todo orden, se oponen y quebrantan las leyes; a los primeros se les conoce como fuerzas legales o gubernamentales, están representados por: el militar, el policía, el aduanero, el personal de migración, el personal que realiza el control fitosanitario, el recaudador de tasas, etc.; a los segundos se les denomina organizaciones al margen de la ley, constituyen una amenaza y están dedicados a las siguientes acciones; secuestro, chantaje, terrorismo, tráfico de: armas,

medicinas, municiones, pertrechos militares, drogas, estupefacientes y sustancias sicotrópicas, precursores, gas, combustibles y lubricantes, piezas de repuesto. Se destaca el contrabandista que se moviliza por rutas clandestinas llevando gran cantidad de productos, especialmente alimentos de primera necesidad, evadiendo todos los controles y pagos arancelarios; otros se dedican a la trata de blancas, al coyoterismo, al agiotismo, etc.; estos grupos, realizan permanentes análisis de la frontera para localizar y explotar sus debilidades y crear procedimientos que les permita continuar ejecutando acciones reñidas con la ley; aquí en esta zona, los intercambios legales e ilegales, lícitos e ilícitos son ejecutados las 24 horas.

Ninguna frontera es sólida, todas son permeables, algunas tiene grandes porosidades, descubrir esas perforaciones, es tarea de las fuerzas legales como actores principales gubernamentales que garantizan la seguridad a la nación, quienes mediante análisis permanentes son responsables de disminuir las vulnerabilidades existentes; las fronteras deben también ser examinadas considerando los otros elementos del espacio territorial por lo tanto se ha de observar las fronteras marítimas, aéreas, lacustres y fluviales.

Las fronteras son un área geográfica que separa dos o más sistemas territoriales contiguos; Este objeto no se resume en un límite, porque hay incidencias sobre la organización del espacio (efectos-frontera) e integra una dimensión política (es decir, lo que compete a la estructuración de una sociedad), una dimensión simbólica (es reconocida como un conjunto de actores y sirve de indicador en el espacio), y una dimensión material (que está inscrita en el paisaje).

En los otros campos de las ciencias sociales y humanas, la noción de frontera es tomada en cuenta en un sentido más amplio y no se traduce sistemáticamente en los límites entre Estados. El término es utilizado para expresar una separación entre grupos culturales (frontera lingüística, religiosa) y se asocia a un contacto confuso, impreciso, móvil.

Todos los estados del Planeta Tierra, han establecido fronteras para definir su territorio con relación al de sus vecinos; especificando de esta manera la jurisdicción territorial, este espacio geográfico, es la zona hasta donde podrá ejercer su soberanía; algunos analistas consideran que la frontera es una línea natural o artificial que separa a un Estado de otro u otros; el pensamiento moderno determina que la frontera es una zona colindante, es un área geográfica asimétrica, que varía en profundidad y amplitud de acuerdo con las actividades que en ella se realicen;



Foto N°1 Una frontera fluvial entre tres estados Foto N°2 Frontera entre EE.UU y México

que su borde anterior está materializado por el Límite Político Internacional (LPI); en donde se construyen hitos mojones o monumentos, de un tamaño adecuado para que puedan ser identificarlos con facilidad por las personas que transitan el área de frontera; se los ubica, a un lado y otro del accidente orográfico o hidrográfico; cuando ese límite está definido por líneas geodésicas se utilizan coordenadas geográficas para ubicar los hitos; ahí estos elementos adquieren mayor importancia, en cualquiera de los casos estas pequeñas estructuras deben ser conservadas tal como fueron construidas en un inicio, cuando se procedió a la demarcación de los límites entre dos estados siguiendo los procedimientos del Derecho Internacional; para cumplir esta norma existe la comisión de demarcación como parte del Ministerio de Relaciones Exteriores; su custodia es responsabilidad de las Fuerzas Armadas encargadas de mantener la integridad territorial; también debemos considerar que en una frontera no existe una continuidad de pueblos, caseríos, comunas, añejos, etc. organizaciones en las que se ejecuten importantes actividades comerciales, administrativas, culturales, aduaneras, migratorias, religiosas, educativas, de salud, etc. sino que, encontramos varios tramos, decenas de kilómetros, inmensos sectores geográficos en donde por diferentes circunstancias no residen personas, como acontece en gran parte de las fronteras norte y oriental o amazónica del Estado Ecuatoriano; aquí los contactos y las relaciones de toda índole no se realizan o son imperceptibles, en consecuencia sus repercusiones para la vida de la nación no tiene efectos significativos.

2.- Conceptos

El Diccionario de Ciencias Jurídicas, Políticas y Sociales; establece que, **Frontera**, comúnmente, la línea imaginaria que separa dos espacios sometidos a órdenes jurídicos diferentes, determinando el ambiente espacial de su validez. Técnicamente el término *frontera*¹ se extiende a las zonas adyacentes a la línea demarcadora que sería con mayor propiedad, el *límite*.

El Diccionario Etimológico de la Lengua Española establece que, **Frontera** es el límite o confín internacional, probablemente del Latín vulgar * *Frontaría* 'límite entre divisiones políticas o regiones geográficas', del Latín *front-*, radical de *frons* la frente; parte anterior (véase: frente), + - arius 'lugar (de), femenino de - arius 'lugar '(de)

Una frontera es una línea convencional que marca el confín de un Estado. Las fronteras pueden ser delimitadas de forma física (con muros o alambrados), aunque no siempre ocurre de esta manera. Por eso se habla de convención: los diferentes países acuerdan hasta donde llegan sus respectivos límites; al pasar dicho límite (la frontera), se ingresa en el territorio del país vecino. La frontera, por lo tanto, marca una soberanía. El gobierno de un país tiene autoridad dentro de los límites de sus fronteras. Lo que ocurre más allá, aunque sea a unos pocos metros, está fuera de su incumbencia, siempre y cuando no afecte sus intereses nacionales.

El Diccionario de la Lengua Española tiene dos acepciones 1.- frontera es el límite entre dos estados: 2.- frontera es el límite o fin de algo.

En Derecho Internacional, el término frontera es definido como; la línea que marca el límite exterior de un territorio, de un estado, es decir la línea que determina el ámbito espacial donde el Estado ejerce su soberanía con exclusión de otros. Tradicionalmente el concepto de frontera se vincula al espacio terrestre, pero en la actualidad esta categoría tiene espacios físicamente diferentes sobre los que también se proyecta la soberanía estatal como son el espacio

aéreo y los espacios marítimos de ahí que actualmente deba hacerse referencia a diferentes tipos de fronteras; territoriales, aéreas, marítimas, fluviales y lacustres. La determinación de fronteras entre estados es una necesidad inevitable que surge inherente al propio crecimiento de la sociedad internacional como una creación continua resultante de actos complejos.

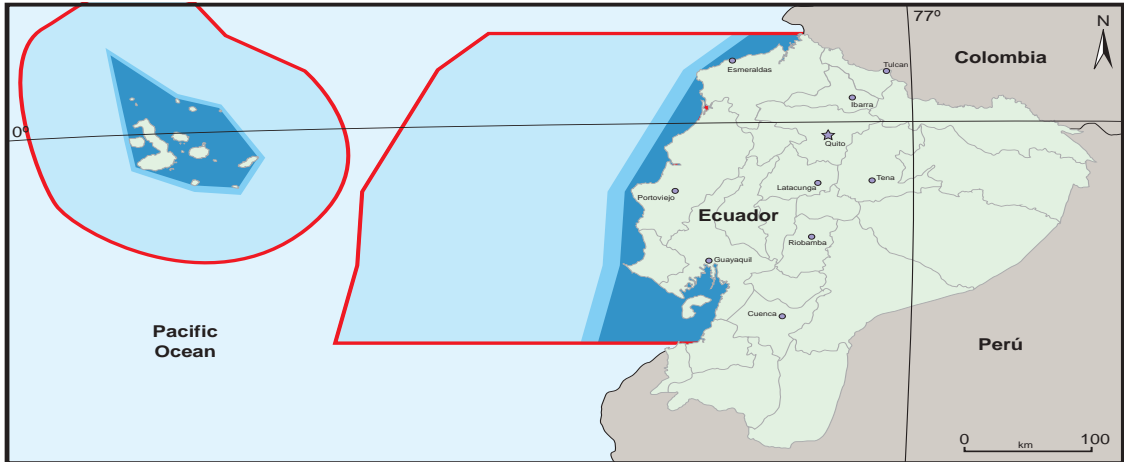
Frontera: Es un concepto y una realidad compleja, pero que siempre un espacio de actuación compartida, escenario de una densa trama de relaciones económicas, sociales y culturales, pero un espacio cuya delimitación, por lo mismo de existir una relación dinámica, solo puede ser establecida en forma aproximada y transitoria, constituyendo su esencia el carácter cotidiano de dicha relación, la heterogeneidad de situaciones que en ella se constatan, su equilibrio momentáneo, y, su permanente evolución en el espacio y en el tiempo.

En una definición amplia del término frontera, es pertinente destacar su contenido sociológico y económico y expresar que constituye la concreción de una intensa relación y hasta una interdependencia en las diversas manifestaciones de la vida en sociedad, promovida y ejecutada por poblaciones asentadas a uno y otro lado del límite entre países hasta un lugar determinado.



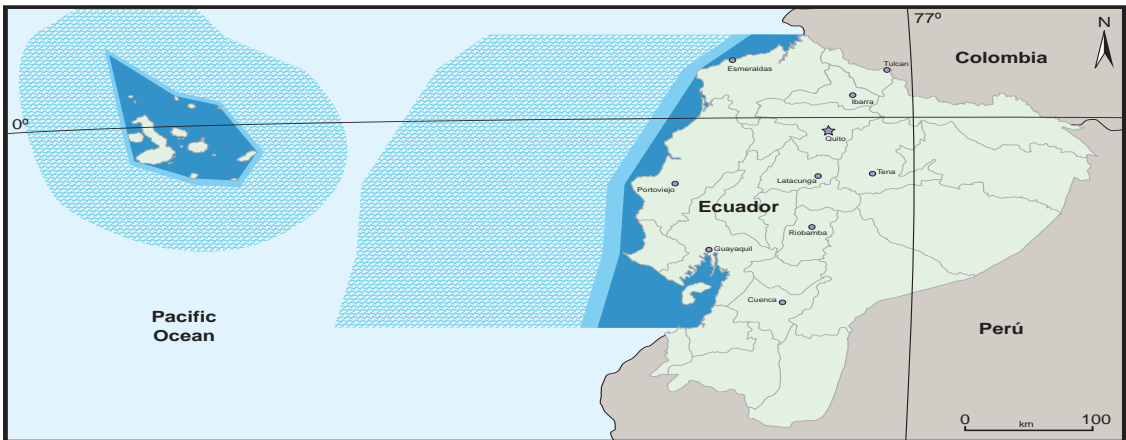
Mapa N°1 Frontera terrestre del Ecuador. GEO1-ESPE

Frontera marítima En cuanto se relaciona a este tema, el Derecho Internacional exige, como premisa que se determinen una serie de conceptos, distintos entre sí que tienen indudable relevancia pues a partir de los mismos se puede hablar de fronteras marítimas, bien entendido que todas ellas nacen a partir de la soberanía sobre el espacio terrestre. Así siguiendo lo establecido en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar” firmada en 1982 en Montego Bay (Jamaica) es posible distinguir las nociones de “mar territorial”, “Zona económica exclusiva”, “plataforma continental”, “Zona” y “Estado archipiélago”. A los conceptos indicados en esta convención; convendría añadir otros surgidos al amparo de otros convenios como el de “Zona de Especial Sensibilidad” (ZMES o PSSA en sus siglas en inglés).



Mapa N° 2 Frontera marítima del Ecuador. GEO1-ESPE

El Mar territorial según el art. 2 de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar”, firmada en 1982 en Montego Bay (Jamaica) determina; 1 que la soberanía del Estado ribereño se extiende más allá de su territorio y de sus aguas interiores y, en caso del Estado Archipiélago, de sus aguas archipiélagos, a la franja de mar adyacente designada con el nombre de mar territorial”; 2 esta soberanía se extiende al espacio aéreo sobre el mar territorial, así como al lecho y al subsuelo de ese mar; 3 La soberanía sobre el mar territorial se ejerce con arreglo a esta convención y otras normas de Derecho Internacional. En consecuencia el mar territorial es un espacio de soberanía, que puede establecerse hasta un máximo de 12 millas se traza a partir del territorio del Estado, es decir, del territorio de cuya soberanía es titular. Sin previa soberanía del espacio terrestre no puede haber mar territorial.



Mapa N° 3 mar territorial del Ecuador. GEO1-ESPE

Frontera aérea: Toda la superficie del territorio, verticalmente

El espacio aéreo nacional está formado por las zonas atmosféricas sobre la tierra y aguas nacionales y sobre el espacio marítimo nacional. El espacio aéreo súper estante al territorio y aguas marginales. Considera como espacio aéreo el que se encuentra en el mismo territorio propiamente dicho y el que se encuentra en el mar, o las aguas territoriales que le pertenezcan a un Estado; **EL ESPACIO AÉREO NACIONAL.**- formado por las zonas atmosféricas sobre la tierra y agua nacionales y sobre el espacio marítimo nacional.

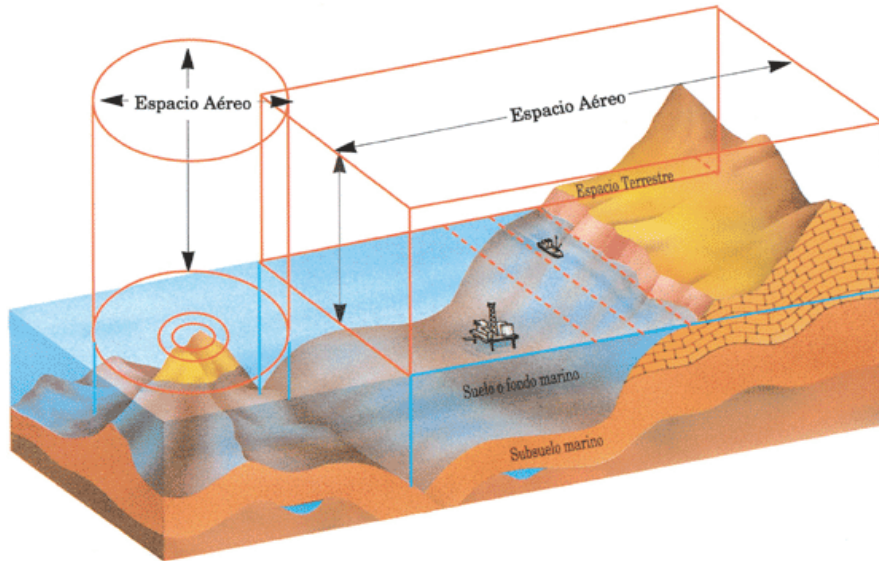


Diagrama N°1

Derecho Territorial del Estado:

En el Derecho Internacional Público existen cuatro aspectos importantes que deben ser considerados siempre; el territorio propiamente dicho con el subsuelo correspondiente, las partes que integran el territorio, la soberanía territorial y las fronteras. Los derechos territoriales del Estado se ubican en el Derecho Internacional Público. Los derechos territoriales son facultades o derechos sobre su territorio, donde a través de actos ejerce su poderío y su soberanía que comprende la parte terrestre, el espacio aéreo y marítimo. El derecho internacional se usa desde que Jeremías Bentham lo empleó en 1.789. Es el conjunto de normas jurídicas que regulan las relaciones de los estados entre sí, o el conjunto de normas jurídicas reguladoras de las relaciones entre los sujetos de la comunidad internacional, o el conjunto de normas jurídicas que regulan las relaciones entre los Estados y organizaciones internacionales. Su función es triple. Establecer los derechos y deberes de los Estados en la comunidad internacional. Determinar las competencias de cada Estado y, reglamentar las organizaciones de carácter internacional. Se considera que el TERRITORIO es la parte de la superficie terrestre perteneciente a una nación, región, provincia, etc. Es el territorio sobre el cual el Derecho Internacional, reconoce a un Estado la soberanía territorial. Es la zona geográfica limitada que pertenece a un Estado conforme a las normas jurídicas del derecho internacional y que comprende tres espacios; el terrestre, el marítimo y el aéreo. Son sus elementos, al establecer que el territorio estatal es la zona geográfica, significa que, es la porción del globo terráqueo del planeta tierra, es decir la parte medular del territorio, se habla de que al limitar la zona geográfica, hay linderos terrestres, marítimos y aéreos en los que se marca el término de potestad de cada Estado y donde comienza la potestad de otro Estado. En lo que concierne a que el territorio le pertenece a un Estado, esa porción territorial, se le atribuye a un Estado, se trata de su territorio y no de otro Estado o del territorio de todos los Estados. Respecto a que el territorio de un Estado se delimita por normas jurídicas de derecho interno y no por normas de derecho internacional. El territorio de un Estado no se limita a la mera superficie terrestre, abarca tres espacios: el terrestre, el marítimo y el aéreo.

3.-Clasificación de las fronteras conceptos y criterios (Cuadro sinóptico)

Cuadro sinóptico N°1

Clasificación de las fronteras	Fronteras geograficas	Artificiales
		Naturales
	Fronteras economicas	Activas o Comerciales
		Coloniales
	Fronteras politicas	Bosquejadas
		Vivas o de Acumulación
		Muertas
	Por su naturaleza	Abiertas o Artificiales
		Cerradas
	Por su forma	Recta
		Cóncava
		Convexa
	Por su longitud	Pequeña Extensión
		Gran Longitud
	Para la defensa nacional	Principales
		Secundarias
	Por la situacion geografica	Dinámica
		Estática
	Por el grado de estabilidad	en Formación
		en Regresión
		Esbozada
		Viva o de Acumulación
	Por el desarrollo socio economico	Activa
		No activa
	Por su ubicación	Próxima
		Lejana
		De Amortiguación
		Marítimas
Por su aspecto cultural, político e historico	Vivas	
	Históricas	

Existen varios criterios relacionados con este tema:

LAS FRONTERAS GEOGRÁFICAS, son de carácter físico y se clasifican en dos, **las artificiales y las naturales**, las primeras se refieren a poblados, vías férreas o cualquier barrera construida por el hombre y presenta rasgos característicos que se interponen a la transitabilidad, ejemplo la estructura metálica y de concreto que levantó Estados Unidos en su frontera con México



Foto N°3 Frontera artificial entre Estados Unidos y México

Las segundas son las naturales que también se clasifican en dos categorías; las topográficas relacionadas con accidentes geográficos: montañas, ríos, océanos.



Foto N°4 Frontera topográfica entre tres países



Foto N°5 Frontera topográfica entre Italia y Austria

y las astronómicas que se refieren a las líneas geodésicas materializadas por los meridianos



Mapa N°4 Frontera astronómica línea geodésica entre Ecuador y Perú

Otros analistas clasifican a las fronteras en dos categorías A.- Naturales y B.- Artificiales; las primeras coinciden con la definición expresada por otros autores que dicen; las fronteras naturales dividen el territorio de un Estado con otro con base a elementos geográficos: montañas, lagos, ríos o mares. Las fronteras artificiales son creadas por la mano o arte del hombre pudiendo utilizar; muros, alambradas, fosas, brechas, canales, bayas, monumentos.

Algunos autores sostienen que la evolución de las fronteras estuvo centrada en cuestiones económicas, otros le adjudican a causas políticas; dos analistas geopolíticos expresan su criterio relacionado con el tema de la siguiente manera;

Ratzel, piensa que “el fenómeno, como el orden económico, debido al valor creciente que adquiere el suelo como campo de trabajo del hombre, esto no explicaría los conflictos surgidos por territorios que no tenían interés económico”

Vallaux, considera que, “La presión de las fronteras, se deben a factores de índole político por el progreso de la cohesión interna de los Estados que afrontan, sin dislocarse, el contacto con los otros, esto es resistir las presiones normales de los vecinos que antes era amortiguado por las zonas vecinas”

LAS FRONTERAS ECONÓMICAS, considerando las condiciones económicas (Tránsito comercial) pueden ser:

Fronteras Activas o comerciales, son fronteras a través de las cuales se ejerce un intenso intercambio comercial, es normal que en esos sectores se levanten pueblos y ciudades importantes con gran desarrollo económico.



Foto N°6 Frontera Ecuador Colombia Tulcán Ipiales Foto N°7 Frontera Ecuador – Perú Huaquillas Aguas Verdes

Fronteras Coloniales: son aquellos espacios geográficos de la frontera en los que, el intercambio comercial y económico son nulos; en estas fronteras, la población es mínima o no existe este fenómeno, se genera por la carencia total de vías de comunicación que enlacen esos sectores con los centros de producción localizados en puntos distantes a la frontera.



Mapa N°5 Frontera Ecuador - Perú - Colombia sector Tres Fronteras

CLASIFICACIÓN POLÍTICA: esta especificación se establece considerando la verdadera situación que tiene una frontera y pueden ser como sigue:

Fronteras bosquejadas: Son aquellas en las cuales los Estados colindantes por diferente causa no han llegado a una delimitación clara de sus fronteras.

Fronteras vivas o de acumulación: Son aquellas en las cuales los estados colindantes han llegado a un acuerdo y se han definido los límites; en consecuencia el límite exterior de la frontera está trazando y en ella se muestra una gran actividad política y económica durante ese período en esta clase de fronteras hay intensa vida y se pueden producir roces, transformándose en frontera de tensión. Es importante considerar el concepto emitido por otros analistas que califican a las fronteras vivas o de acumulación como aquellas que se encuentran entre los Estados que no han agotado sus energías creadoras, hay interpretaciones o influencias, contactos y oposiciones que se realizan en zona fronterizas que pueden ameritar correcciones.



Mapa N°6 Provincia de Loja Frontera Ecuador - Perú

Fronteras muertas: son aquellas en las cuales el límite exterior esta trazado y no tiene problemas, la vitalidad del estado no se manifiesta y el trazado ha quedado sin vida y sin posibilidades de conflicto.

Sin embargo una frontera puede ir cambiando sus grados de intensidad y pasar de frontera muerta a frontera de tensión

Fronteras muertas: Para otros tratadistas las fronteras muertas son aquellas en las que las energías de los Estados están dormidas y el trazado se inmoviliza o fosiliza, es decir, que la actividad vital se halla en otro punto del espacio territorial



Mapa N°7 Provincia de Sucumbíos Frontera entre Ecuador y Colombia

POR SU NATURALEZA: Desde este punto de vista las fronteras pueden ser:

Frontera abierta o artificial: Se denomina así a aquella en la cual la zona o faja que se puede ubicar a ambos lados del límite político internacional (LPI) carece de obstáculos naturales, en consecuencia cuando se trate de cumplir con los planes estratégicos para defender al Estado, las fuerzas militares no tendrán accidentes naturales importantes en donde puedan apoyar sus operaciones planificadas y preparadas.



Mapa N° 8 Provincia de El Oro Frontera entre Ecuador - Perú

Fronteras cerradas: se denominan así a aquellas en las cuales existen obstáculos naturales y, en consecuencia tienen un verdadero valor defensivo, además es factible que proporcione cierto grado de seguridad a la movilización y concentración de fuerzas militares para posteriormente conducir operaciones estratégicas.



Mapa N°9 Provincia de Morona Santiago Frontera Ecuador - Perú

POR SU FORMA Es una clasificación que se utiliza para realizar apreciaciones estratégicas militares que faciliten la elaboración de los planes de campaña y el asesoramiento al poder político. Este análisis permite determinar si un área determinada proporciona ventajas o desventajas operativas a uno de los países limítrofes, de acuerdo a su forma las fronteras pueden ser:

Frontera recta: Es aquella frontera que tiene un accidente natural hidrográfico u orográfico que separe a dos estados y es rectilíneo, estableciendo un perfecto equilibrio entre los dos contendores.



Mapa N°10 Provincia del Carchi Frontera Ecuador - Colombia

Frontera cóncava: Esta forma de frontera es conocida también como de ángulo entrante en este tipo de fronteras el poder político debe realizar esfuerzos importantes que partiendo de un punto central se proporcione equilibrio y genere energía vital facilitando todos los bienes y servicios a las poblaciones, caseríos, recintos, etc. localizados en la periferia de esa frontera.



Mapa N°11 Frontera entre Perú y Brasil

Frontera convexa: Esta forma de frontera es conocida también como de ángulo saliente en este tipo de frontera el poder político debe hacer mayor esfuerzo para atender a las comunidades localizadas en ese tipo de frontera porque la atención se realiza desde diferentes puntos en consecuencia puede existir inequidad durante la generación de la energía vital.



Mapa N°12 Provincia de Loja Frontera Ecuador - Perú

Por su longitud: considerando este factor las fronteras se dividen de la siguiente manera:

Fronteras de gran longitud: son aquellas alargadas y extensas en donde el gobierno y sus ministerios tienen grandes dificultades para llegar de la misma manera con su energía a todas las comunidades localizadas en esa área proporcionándoles los bienes y servicios que les permita desarrollarse con equilibrio y armonía.



Mapa N°13 Continente Sudamericano Frontera de Brasil con 10 países



Mapa N°14 de América Central Frontera entre El Salvador y Guatemala

Fronteras de pequeña extensión: Son aquellas que tienen una reducida longitud y que permite a un gobierno y sus ministerios distribuir con mayor equilibrio y equidad su energía vital para atender a todas las comunidades localizadas en esa área geográfica.

Para defensa nacional: pueden ser principales y secundarias, las primeras son las que por razones geoestratégicas, probablemente en caso de acciones bélicas estas sean atravesadas por las tropas del Estado vecino; en las secundarias, es un tanto difícil pero no imposible que ocurra lo anterior.



Mapa N°15 Frontera Principal Ecuador – Perú Mapa



N°16 Frontera Secundaria Ecuador - Colombia

Considerando la situación geopolítica las fronteras: por su formación y permanencia pueden ser dinámicas o estáticas

Frontera dinámica: Es aquel espacio que comparten dos Estados colindantes, área geográfica en donde se reflejan actividades económicas y sociales permanentes, en la zona se desarrolla una extraordinaria actividad comercial; la circulación de bienes servicios y personas de las dos naciones imprimen una dinámica diferente a la región razón por la que no está exenta de problemas.



Mapa N°17 Provincia del Carchi Frontera Ecuador - Colombia

Frontera estática: Es aquel espacio geográfico entre dos estados adyacentes que no es compartido por ellos porque no existen actividades económicas o sociales dinámicas, el desarrollo comercial, así como, la circulación de bienes servicios y personas es incipiente o no existe.



Mapa N° 18 Provincia de Orellana Frontera Ecuador - Perú

Desde Su Formación, Las Fronteras Pasan Por Diversos Grados De Estabilidad

Fronteras en formación: Hay presencia de núcleos geo históricos activos que permiten prever la constitución de los nuevos Estados (Los existentes antes de la integración de Alemania o Italia) las estables, Se fijan como resultado de su existencia histórica (La Franco Española), también los estados americanos antes de su independencia.

Fronteras en regresión: Son las que corresponden a formaciones políticas inestables, fueron fronteras de organizaciones estatales, que ya no existen o que han modificado su ámbito territorial (Los grandes Imperios).



Mapa N° 19 Imperio Otomano 1914.



Mapa N° 20 Imperio Romano siglos 1-2 a.C

Fronteras esbozadas, Corresponden a convenciones diplomáticas, son consecuencia de intereses de partes, no interviene la adaptación pasiva o activa de la población al medio (La división de zonas desérticas).



Foto N° 8 Mar de arena situado en la frontera de Libia con Egipto.



Foto N°9 Desierto Líbico entre Libia y Egipto

Fronteras vivas o de acumulación: Son las que se encuentran entre los Estados que no han agotado sus energías creadoras. Hay interpretaciones o influencias, contactos y oposiciones que se realizan en zonas fronterizas que pueden ameritar correcciones. Verbigracia. En Centro América, Honduras y el Salvador deben completar el trazado de sus límites en áreas terrestres y marítimas del Golfo de Fonseca, en tanto que el primero de ellos mantiene un litigio con Nicaragua desde finales de 1999 toda vez que el gobierno hondureño ratificó un tratado de delimitación con Colombia, que Nicaragua denunció por cercenar 130.000 Km² de su territorio marítimo en el Caribe Guatemala, por su parte, reclama territorio de Belice.

Por el desarrollo socio económico: Las fronteras pueden ser activas y no activas

Frontera activa: Es aquella área que considera el contexto socio económico, que establece vínculos permanentes con una comunidad humana que siendo vecina pertenece a otra jurisdicción nacional, y, por otro, que solo es dable percibir la frontera en la medida en que aquellos espacios situados en los confines de un Estado cuenten con una base demográfica.



Fotos N°10 y 11 Provincia de el Oro Poblaciones de Huaquillas Ecuador y Aguas Verdes Perú

Frontera no activa: a falta de población la esencia del concepto de frontera se diluye y entonces los confines territoriales no ocupados ni acondicionados (y a veces ni siquiera transitados esporádicamente) de un Estado pasan a configurar “espacios Vacíos” “espacios no incorporados” a la economía y sociedad nacionales. En esta situación, la noción lineal de la frontera cobra plena amplitud.



Mapas N°21 y 22 Provincias de Orellana y Pastaza del Ecuador límite con el Perú

Por su ubicación: Dependen del ámbito donde el Estado ejerce su jurisdicción Nacional. Considerando esta orientación de pensamiento las fronteras se clasifican de la siguiente manera:

Próximas: Encuadran al Estado nacional dentro de su continente como patrimonio territorial jurisdicción y alcance de su soberanía.

Lejanas: Se encuentran fuera del territorio Nacional Metropolitano, son divisiones geográficas que pueden o no ser dependencias directas, en posesión jurisdicción soberanía como son colonias o territorios nacionales ultramarinos. Las no directas, son los dominios mandatos protectorados en un terreno menos definido las esferas de influencia. En síntesis son las que pertenecen a estados complejos y poderosos que tienen posesiones distantes de sus fronteras próximas, si estos Estados son poderosos, las fronteras lejanas coinciden con las fronteras nacionales de los países **satélites** (Ej. La URSS)



Mapas N°23 y 24 Isla Martinica colonia de Francia e Islas Malvinas colonia del Reino Unido

De amortiguación: Son las fronteras lejanas que se interponen entre regiones que responden a la hegemonía y hacen las veces de zona de amortiguación

Marítimas: líneas de costa y aguas próximas, jurisdiccionales, contiguas, plataforma, insular, alta mar, en caso de aguas contiguas, el Estado no tiene la soberanía, pero si el control aduanero y la vigilancia.

- **Esfera de Influencia:** Un Estado ejerce influencia política o económica sobre otro y excluye la influencia de cualquier otra potencia.-

- **Esfera de interés:** Zona donde una potencia puede afirmarse y el grado de responsabilidad varía según cada interés.



Mapa N° 26 Uruguay Estado Tapón entre Brasil y Argentina

- **Estados Tapones:** Estados pequeños en extensión y potencia, situados entre dos estados poderosos (Ej. Uruguay)

4.- Visión actual de la frontera

El concepto de la frontera ha variado, en la actualidad esta noción incluye varios aspectos: salud, educación, economía, jurídicos, sociales, políticos, intercambio de bienes y servicios, etc., que interesa a todos los estados que tienen límites comunes.

Evolución del Concepto Frontera, en la modernidad la idea de lugares donde tienen contacto los elementos que vivifican a diferentes espacios, zona colindante de dos Estados, en cuya parte exterior se encuentra el límite internacional, es una zona de contactos, ámbito donde se ejerce el control de las disposiciones que rigen los intercambios internacionales.

Área de frontera: Es una faja de territorio generalmente pequeña (Unos cuantos kilómetros cuadrados) que funcionalmente está íntimamente asociada a la noción de linealidad en ella la manifestación tangible del fenómeno fronterizo ocurre a una escala local y se patentiza con el funcionamiento de los pasos de frontera, algunos de ellos habilitados por acuerdo de los Estados y otros informales y la existencia de infraestructura y servicios vinculados a su utilización (servicios públicos de control y registro de los tráficos bidireccionales instalados en Centros Nacionales, o Binacionales de atención en frontera – CENAF o CEBAF- o bien en puestos de

control fronterizo; servicios complementarios como cambio de moneda, telecomunicaciones, guarniciones militares o puestos de vigilancia, población local que se moviliza intensamente para aprovisionarse de bienes o servicios en la localidad vecina del otro país en el marco de las “estrategias de sobrevivencia vinculadas al comercio de pacotilla y al contrabando”).

Frontera y noción de zonalidad: En el marco de la noción de zonalidad, Frontera no es un término que posea una acepción principalmente jurídica, sino más bien social y económica, en el sentido de construir la manifestación, en una porción de territorio situado en los confines de un Estado, la fuerzas organizadas que actúan de un lado al otro del límite y cuyos vectores son la población y los acondicionamientos de todo tipo (por ejemplo carreteros senderos u otras vías de comunicación; líneas de transmisión de energía eléctrica; explotaciones agrícolas o pecuarias; implantaciones industriales; centros educativos o de salud; etc.), todo lo cual estimula un movimiento e intercambio de personas, bienes y servicios, procesos con base en los cuales se construyen en el tiempo solidaridades e intereses comunes que van perfilando, dentro de ciertos ámbitos espaciales, “lo fronterizo”.

Desarrollo fronterizo: Es el proceso necesario e impostergable de incorporación de las fronteras al patrimonio activo de cada país, conducido mediante iniciativas nacionales que respondan a objetivos y estrategias integrales de desarrollo. El desarrollo fronterizo se concreta con referencia a un marco de normas y documentos (Leyes, planes, estrategias, programas, proyectos) que, en conjunto, definen una política nacional de desarrollo fronterizo, en cuya ejecución se despliega iniciativas públicas y privadas en los campos de la infraestructura social y económica, en la dotación de servicios básicos, en la promoción de actividades productivas y en fortalecimiento de la capacidad de gestión local y regional todo ello bajo criterios de sostenibilidad.

Lograr un determinado grado de desarrollo fronterizo es necesario para que la integración fronteriza sea un proceso con perspectivas de éxito, que tampoco constituye un condicionante absoluto, como que algunas iniciativas conjuntas de los Estados conviene adoptar, de mutuo acuerdo, en sus zonas de frontera contigua, que no se contraponen a los objetivos y metas que dichos Estados promueven individualmente en esas mismas zonas y, antes bien, pueden contribuir a su mejor y más pronta obtención.

Integración fronteriza: Es el proceso convenido por dos Estados en sus territorios fronterizos colindantes a través de acuerdos o tratados específicos, que tienen por objeto propiciar su desarrollo sobre la base del aprovechamiento conjunto y complementario de sus potencialidades, recursos y afinidades, así como de costos y beneficios compartidos, proceso que generalmente constituye un componente central de progreso y fortalecimiento de las relaciones bilaterales en su conjunto. El primer paso de la integración fronteriza implica la definición de un régimen fronterizo, es decir, la puesta en vigencia de uno o varios acuerdos orientados a la desregulación de los desplazamientos de personas, bienes y medios de transporte en zonas pre establecidas; la utilización conjunta o compartida de servicios públicos en el campo social (salud, educación); la complementación de los servicios de telecomunicaciones, de suministro de energía eléctrica, etc. Con ello, a la vez que se hace más llevadera para las poblaciones fronterizas, las desventajas que suponen su ubicación.

Cooperación fronteriza: Es el conjunto iniciativas comprometidas por los dos países limítrofes en sus territorios de frontera contiguos, poco poblados y desarticulados entre sí con el resto del territorio de cada país (fronteras no activas) para sentar las bases del desarrollo e integración futura de dichos espacios mediante la ejecución de acciones y proyectos en temas tales como evaluación de recursos naturales, protección de los ecosistemas compartidos, medidas de seguridad y confianza mutua y asistencia a las comunidades nativas entre otros.

En síntesis “desarrollo fronterizo”, “integración fronteriza” y “cooperación Fronteriza son conceptos y procesos esencialmente afines. Unos y otros en el fondo constituyen distintas estrategias que procuran como meta el desarrollo integral, sostenible, de los territorios de frontera abriendo opciones para la dinámica incorporación de estos espacios al desarrollo nacional y de cooperación bilateral e integración económica, la decisión 459 “Política Comunitaria para la Integración y el Desarrollo Fronterizo, 501 Zonas de Integración Fronteriza ZIF en la Comunidad Andina y 502 “Centros Binacionales de Atención en Frontera (CEBAF) en la Comunidad Andina” Buscan concretar acciones de cooperación técnica y financiera que puedan contribuir a la ejecución de programas y proyectos que los países miembros comprometan en beneficio del desarrollo de sus territorios de frontera.

BIBLIOGRAFIA

<http://www.hypergeo.eu/spip.php?article326>

<http://www.monografias.com/trabajos25/limites-fronteras/limites-fronteras.shtml>

Febreh<http://www.comunidadandina.org/documentos/docIA/IA13-2-02.htm> de 2002.

<http://www.monografias.com/trabajos25/limites-fronteras/limites-fronteras.shtml>

Geografía Militar Academia de Guerra del Ejército.

[http://www.robertexto.com/archivo2/dd_terr_estado.htm](http://www.robertexto.com/archivo2/dd_terr_t_estado.htm)

Diccionario de Ciencias Jurídicas, Políticas y Sociales Guillermo Cabanellas de las Cuevas 2006 Editorial Heliasta S.R.L. Buenos Aires Argentina

Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Española, Gómez de Silva, Guido Doctor en letras - 2ª ed. – México: FCE, COLMEX 1998

<http://definicion.de/frontera/>

Diccionario General de la Lengua Española LAROUSSE EDITORIAL, S.L. Mallorca, 45,3 a planta primera edición agosto 2006. 08029 Barcelona

Derecho Internacional

<http://eprints.ucm.es/6997/1/FRONTERA.pdf>.

Geografía Militar Academia de Guerra del Ejército.

EL NIÑO SINTÉTICO Y EL NIÑO MEDIÁTICO**OPINIÓN**

Fernando Mato

Departamento de Seguridad y Defensa, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

En los últimos años, el fenómeno de El Niño ha cobrado un especial protagonismo, y no es para menos; hoy se considera que el fenómeno ENSO (El Niño Southern Oscillation) es el modo dominante de variación interanual en el Pacífico Tropical, y la característica dominante en la variabilidad cíclica del clima global. Es por ello, que el estudio de este fenómeno climático centra hoy los esfuerzos de numerosos científicos a nivel mundial. Fruto del trabajo realizado, fundamentalmente desde principios de los años 70, los modelos climáticos que estudian dicho fenómeno son cada vez más complejos (modelos estadísticos, estáticos y dinámicos); paradójicamente, el nivel de certidumbre de sus pronósticos es sin embargo cada vez menor (Change, I. C.¹, 2013; Kintisch², 2016). Desde el punto de vista estadístico, su precisión actual en la localización temporal de los fenómenos de El Niño y La Niña, así como de su intensidad y evolución, es conocidamente baja en el estado del arte, excediendo el intervalo de incertidumbre de las proyecciones. Este contexto de incertidumbre ha dado lugar, no obstante, a la reciente aparición de dos efectos colaterales – y que hemos dado en llamar aquí El Niño Sintético y El Niño Mediático – con importantes repercusiones socio-económicas de ámbito global, especialmente negativas para Perú y Ecuador.

A mediados de 2015, y atendiendo a la información arrojada por dichos modelos, la comunidad científica internacional alertó consensuadamente la llegada del Niño Godzilla, con un altísimo impacto mediático a escala mundial (Time³, 2015; Los Angeles Time⁴, 2015). El temido Niño Godzilla sin embargo nunca llegó, como así ha evidenciado la realidad (Kintisch², 2016), existiendo solamente en los medios de comunicación y redes sociales - El Niño Mediático - y en los modelos climáticos que estudian y pronostican dicho fenómeno - El Niño Sintético -. Más recientemente, y a raíz de la generación del fenómeno de El Niño Costero, desde marzo de 2017 los medios de comunicación y redes sociales comenzaron a alertar nuevamente, a nivel global (Reuters⁵, 2017) y regional (La Nación⁶, 2017), de la gestación de un nuevo fenómeno de El Niño, pese a que la comunidad científica ha descartado rotundamente dicha conexión, informando además que las condiciones actuales son de ENSO neutro. Cabe decir además, que el fenómeno de “El Niño Costero” se debe a un calentamiento local de la superficie del Océano Pacífico en las costas de Perú y Ecuador, unido a la repentina aparición de vientos del norte que empujan la masa de agua cálida hacia Perú. Este fenómeno local, similar a los ocurridos en 1891 y 1925, no guarda conexión con un potencial calentamiento en el Pacífico Central, condición necesaria para la generación de un fenómeno de El Niño a nivel global, con diferentes efectos según su tipo de manifestación: El Niño del Pacífico Este (EP El Niño o Cold Tongue El Niño) y El Niño del Pacífico Central (CP El Niño, Niño Modoki, Dateline El Niño, o Warm Pool El Niño).

1 Change, I. C., 2013. The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.

2 Kintisch E., 2016. How a ‘Godzilla’ El Niño shook up weather forecasts. *Science*; 352:6293: 1501-2.

3 Time, 2015. This Year’s El Niño Could Be the Strongest Ever Recorded.

4 Los Angeles Time, 2015. Latest forecast suggests ‘Godzilla El Niño’ may be coming to California.

5 Reuters, 2017. U.S. weather forecaster sees chance of El Niño later this year.

6 La Nación, 2017. El Niño podría repetirse en 2017.

Por el patrón de anomalías de temperaturas, El Niño Godzilla fue caracterizado como un evento El Niño del Pacífico Este muy fuerte. No obstante, posteriormente la realidad constató que las diferencias existentes entre los episodios climáticos adversos ocurridos en diferentes partes del mundo durante 2015-2016 y los fenómenos de El Niño de 1982-1983 y de 1997-1998 son más que notables (Kintisch², 2016; L'Heureux et al.⁷, 2016). De acuerdo a Jacob Bjerknes⁸ (1968), el fenómeno de El Niño se corresponde con la fase cálida del modelo ENSO. A este respecto, tras el acoplamiento océano-atmósfera, se producen los siguientes fenómenos climáticos adversos a nivel global para El Niño del Pacífico Este: (1) fortalecimiento del anticiclón en Indonesia y Australia Oriental, así como de la depresión del Pacífico Oriental; (2) sequías en las regiones de Asia y Australia, debilitamiento del Monzón en la India, y sequías en África del Sur, África del Este y Pakistán; (3) fuertes inundaciones en las regiones del sur de Norte América, California y Norte de México; (4) incremento del número de huracanes y tornados de dramáticas consecuencias en la cuenca central y oriental del Océano Pacífico; (5) inundaciones en las costas de Ecuador y Perú, Amazonía de Bolivia, Paraguay, norte de Argentina, Uruguay; y (6) sequía en América Central, el Caribe, Colombia, altiplano de Perú y Bolivia, y norte de Brasil.

Distintos índices han sido generados para pronosticar la aparición y evolución de el fenómeno de El Niño (los más manejados son el Oceanic Niño Index – ONI, Southern Oscillation Index – SOI, Trans-Niño Index – TNI, y el Multivariate ENSO Index – MEI). Sin embargo, pese a la gran variedad de variables monitorizadas⁹, y al establecimiento de cuatro regiones a lo largo del Océano Pacífico para su estudio¹⁰, la manifestación de dicho fenómeno se identifica usualmente y de forma consensuada mediante la detección de anomalías SST (Sea Surface Temperature) en la región Niño 3.4; esto es, la aparición por seis meses consecutivos de anomalías que exceden en más de 0.5 el comportamiento mensual de la línea base, recurriendo al promedio trimestral para su cálculo. En el caso de El Niño Godzilla, la evidencia en la detección y pronóstico de este evento muy fuerte de El Niño, como potencialmente el más intenso registrado desde que hay datos de las variables monitorizadas, se basó única y exclusivamente en la similitud entre patrones de temperatura superficial en el Océano Pacífico con los eventos muy fuertes ocurridos en el período 1982-1983 y 1997-1998. Además de esta limitación en la información manejada, un estudio reciente (L'Heureux et al.⁷, 2016) evidencia que las anomalías SST fueron sobreestimadas. Estas sobreestimaciones, junto a las limitaciones conocidas de los modelos de pronóstico utilizados por el CPC/IRI¹¹, que sirvieron para informar del fenómeno, alimentaron la generación sintética del Niño Godzilla, cuya existencia refutó la realidad.

Desde el punto de vista de la seguridad nacional, los dos efectos colaterales aquí tratados tienen importantes repercusiones socio-económicas: (1) desestabilización de los presupuestos generales, con destino prioritario de fuertes recursos económicos para la puesta en marcha de medidas de contingencia en distintas zonas del país; (2) generación de políticas bancarias privadas que impiden el acceso a créditos en sectores estratégicos de la matriz productiva; (3) generación de alarma social debido a las catástrofes vividas por fenómenos extraordinarios de El Niño como

7 L'Heureux, M. L., Takahashi, K., Watkins, A. B., Barnston, A. G., Becker, E. J., Di Liberto, T. E., Gamble, F., Gottschalck, J., Halpert, M., Huang, B., Mosquera-Vásquez, K. & Wittenberg, A.T., 2016. Observing and Predicting the 2015-16 El Niño. Bulletin of the American Meteorological Society.

8 Bjerknes J., 1968. Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. Monthly Weather Review; 97:3:163-72.

9 Temperaturas en la superficie del mar, bajo la superficie, y en el aire; presión superficial del mar; velocidad y dirección del viento; variación del nivel del mar; variación de la termoclina; nivel de oxigenación del agua; anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida; o el nivel de blanqueamiento de los arrecifes de coral.

10 De oeste a este: Niño 4 (5N-5S, 160E-150W), Niño 3 (5N-5S, 150W-90W), Niño 3.4 (5N-5S, 170W-120W) y Niño 1+2 (0-10S, 90W-80W).

11 iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/

los ocurridos en 1982-1983 y 1997-1998; (4) desestabilización de los valores inmobiliarios con drásticas tendencias a la baja; (5) pérdidas económicas por caducidad de medicamentos debido a la activación de políticas públicas y privadas de abastecimiento masivo de productos farmacéuticos para combatir la proliferación de vectores asociados al fenómeno de El Niño; (6) drástica disminución de las inversiones nacionales y extranjeras a corto y medio plazo, y alteración de la balanza de importación / exportación; y (7) generación al exterior de desconfianza comercial, por la consolidación de una imagen de un país constantemente amenazado por este fenómeno natural, provocada por el elevado número de falsos positivos. Todo ello conduce a un necesario replanteamiento del protocolo de actuación, desde la lectura cautelosa de la información por parte de las autoridades, tomadores de decisiones, y medios de comunicación, tomando como referencia tanto el alcance del propio modelo ENSO, como las limitaciones de precisión que presentan aún los modelos climáticos usuales de pronóstico.

INSTRUCCIONES GENERALES PARA LOS AUTORES

Todo artículo debe ser original y se enviará al comité editorial, quién decidirá la aceptación o no para la publicación en base a la revisión de pares conformados por especialistas del área.

Ediciones: La revista “REVISTA DE CIENCIAS DE SEGURIDAD Y DEFENSA” se publica cuatro veces al año, en los meses de abril y octubre, tiempos de semestres activos de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Temas: La revista “REVISTA DE CIENCIAS DE SEGURIDAD Y DEFENSA” abarca con todos los temas relacionados con seguridad y defensa, ya sea a nivel nacional como internacional. Las temáticas pueden incluir historia y educación militar, geopolítica, soberanía e integridad territorial, seguridad alimenticia, seguridad y desarrollo nacional, seguridad de salud, sociología militar, estrategia, mantenimiento de la paz y seguridad internacional, investigación y desarrollo tecnológico para la defensa nacional, transporte y movilidad, patrimonio natural y cultural, gestión de riesgos, prevención, mitigación y otros temas afines.

Idioma: Los artículos pueden ser escritos en español o en inglés.

Extensión: La extensión de los artículos como de opiniones puede ser de hasta 15 páginas. Deberán ser escritos en papel tamaño Ejecutivo (18.41x26.67 cm), en procesador de palabras, a doble espacio, con el tipo de letra TIMES NEW ROMAN, tamaño 11.

Márgenes: Arriba 2.5 cm - Izquierdo 2cm - Abajo 2.5 cm -Derecho 1.5 cm

Carátula: La carátula deberá incluir el título del artículo (14 pts en mayúsculas, negrito y justificado); nombre(s) completo(s) del(os) autor(es) (10 pts, mayúsculas, negrito y justificado), el nombre de la Institución, dirección de la institución, correo electrónico. Las páginas no deben estar numeradas.

Resumen: Cada artículo debe ser precedido por un resumen corto (no debe exceder de 500 palabras), el cual debe permitir al lector tener una idea de la importancia y el campo que abarca el artículo, debiendo incluir este resumen en inglés y ubicado luego de las palabras clave. En caso de que el artículo sea en inglés, después del “abstract” deberá presentarse el resumen en español.

Palabras clave: Un máximo de cinco, las cuales facilitan el contenido del texto. Se ubicarán luego del abstract.

Páginas del texto: El texto se escribirá con TIMES NEW ROMAN 12 pts. Los títulos de capítulos de primer orden, serán escritos con mayúsculas, negrito y justificado. Los de segundo orden con mayúsculas, sin negrito y justificado. Los de tercer orden, sin negrito, justificado y las primeras letras con mayúsculas. Después de cada título dejar un espacio.

Ecuaciones: Se debe dar especial atención a la ubicación de índices y subíndices con el propósito de evitar errores. Las ecuaciones deben ser numeradas secuencialmente en paréntesis en el lado derecho de la página. Se debe dar especial atención a las ecuaciones a fin de que los símbolos sean claramente identificados.

Tablas: El título debe ser colocado en la parte superior y la primera letra con mayúscula (11 pts), debe estar numerada secuencialmente.

Figuras, gráficos, imágenes: Sólo podrán incluirse ilustraciones originales (fotografías de alto contraste, gráficos, mapas, dibujos, figuras, etc.) listos para impresión. El título debe ser colocado en la parte inferior y la primera letra con mayúscula (11 pts), debe estar numerada secuencialmente.

Agradecimientos: En caso de existir colocarlos a 11 pts con negritas y mayúsculas

Referencias: Las referencias deben ser citadas de la siguiente forma con 11 pts con negritas y mayúsculas:

- Para un libro, debe ir el apellido del autor(es), año de publicación, seguido del título con mayúsculas las primeras letras y en cursivas, editora, edición, lugar.
- Para una revista, debe ir el apellido del autor (es), año de publicación, seguido del nombre del artículo, nombre de la revista con mayúsculas la primera letra, volumen, número, páginas del artículo separado por guión, lugar.

Sólo podrán incluirse ilustraciones originales (fotografías de alto contraste, gráficas, mapas, dibujos, figuras, etc.) listos para impresión. Debe adjuntarse una lista completa de ilustraciones. Cada ilustración será numerada y acompañada de una leyenda de identificación e indicación de su ubicación exacta dentro del texto; adicionalmente deberá ser suavemente etiquetada en la parte posterior a fin de identificar claramente la parte superior e inferior y el número que le corresponde. Las figuras, fotos, imágenes, y otros, cuyos archivos deberán ser generadas con una resolución mínima de 600 pixeles en formato .tiff, o .jpg. Recomendamos comprimirlas para su envío (formato .zip).

Textos electrónicos: Los autores deberán enviar sus contribuciones por correo electrónico en procesador compatible con PC (Office) a: ttoulkeridis@espe.edu.ec



Quinta presidencial asignada a la Escuela de Oficiales de Ingeniería, 1922. Estaba ubicada en la Av. Patria, fue derrocada en 1949 para la construcción de la Embajada de los Estados Unidos en el Ecuador (Foto: Alfonso Ortiz)



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

