

# EL ROL DE LAS FUERZAS ARMADAS EN LA GESTIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS: LOGROS Y RETOS

Eduardo Alfredo Mindiola Rodriguez<sup>1\*</sup> y Theofilos Toulkeridis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Academia de Defensa Militar Conjunta, Sangolquí, Ecuador

<sup>2</sup>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

\*Autor de correspondencia: eddiemindiola@hotmail.com

Recibido 21 de noviembre 2018, aceptado después de revisión al 27 de noviembre 2018

## RESUMEN

El Ecuador es un país con un alto nivel de exposición a riesgos antrópicos y de origen naturales y, por lo que se hace necesario el estudio de la vulnerabilidad y enfrentamiento a dichos riesgos, enfatizando en el aspecto de la preparación de los recursos humanos en especial aquellos que serán los encargados de prestar ayuda humanitaria y salvaguardar los bienes materiales del estado y otras instituciones públicas y privadas como lo es las Fuerzas Armadas. En el presente estudio se realizó un análisis documental, método propio de la metodología cualitativa, acerca de las principales normativas aplicables a la gestión de riesgos y el enfrentamiento a los desastres inherentes a las Fuerzas Armadas para ello se revisaron documentos como: Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de la Defensa Nacional entre otros. Obteniéndose que las Fuerzas Armadas es una institución altamente capacitada para el enfrentamiento de los desastres en cada una de las fases del ciclo de Gestión de Riesgos, además de presentar un conjunto de características que facilitan su modo de actuación ante la ocurrencia de un desastre como es: movilidad, tenencia de bienes, alta capacidad organizativa y ante todo nivel de compromiso de los integrantes del cuerpo con el país y la ciudadanía. Por otra parte podemos afirmar que las Fuerzas Armadas cumplen fielmente las normativas legales referentes a su desempeño en la gestión de riesgos.

**Palabras Claves:** Gestión de Riesgo, prevención, vulnerabilidad, riesgos naturales y riesgos antrópicos.

## ABSTRACT

Ecuador is a country with a high level of exposure to anthropogenic and natural hazards and, therefore, it is necessary to study the vulnerability and confrontation of such risks, emphasizing in the aspect of the preparation of human resources in particular those who will be in charge of providing humanitarian aid and safeguard the material goods of the state and other public and private institutions such as the Armed Forces. In the present study, a documentary analysis, a methodology of the qualitative methodology, has been performed on the main regulations applicable to risk management and the confrontation to the disasters inherent to the Armed Forces, for which we reviewed documents such as those of the Constitution of the Republic of Ecuador, the Organic Law of National Defense among others. Obtaining that the Armed Forces is a highly qualified institution for the confrontation of the disasters in each one of the phases of the cycle of risk management, besides presenting a set of characteristics that facilitate their way of acting before the occurrence of a disaster such as: mobility, possession of assets, high organizational capacity and, above all, level of commitment of the members of the body with the country and the citizens. On the other hand, we may affirm that the Armed Forces faithfully comply with the legal regulations regarding their performance in risk management.

**Key words:** Risk Management, prevention, vulnerability, natural risks and anthropic risks.

## INTRODUCCIÓN

Históricamente la evaluación y la gestión de riesgos son fenómenos que han preocupado a las sociedades, no es hasta inicios del siglo XX donde esta labor toma fuerza a raíz de las revoluciones industriales y el fuerte proceso de modernización a que fueron sometidas algunas sociedades en especial Europa y Norte América. Las sociedades actuales, tienen que asumir los riesgos para crecer y desarrollarse. Los mismos están presentes en todos los aspectos de la vida: desde la energía, la infraestructura, las cadenas de suministro, la seguridad en todas las áreas, los hospitales, instituciones educativas, la vivienda, las fábricas e industrias. El mundo evoluciona y se transforma aceleradamente, urge entonces gestionar los riesgos rápidamente y desde un enfoque transdisciplinar que satisfaga las demandas de las sociedades, ya sea para minimizar las amenazas y/o maximizar las potencialidades y capacidades de enfrentamiento ante los desastres independientemente del origen que sean.

Al referirnos a los riesgos de origen natural y antrópico, nuestro país Ecuador resalta, por los altos niveles de exposición a riesgos a los que se encuentra expuesto. Según el INEHM (2016): Las particularidades de la ubicación geográfica, de las condiciones climáticas y de los factores geológicos y tectónicos, hacen que en el Ecuador se presenten regularmente fenómenos catastróficos de origen hidrometeorológico (tormentas, inundaciones, sequías), geológico (terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos) y mixtos (erosión, avalanchas, etc.) por lo que podemos afirmar que hay una alta exposición a riesgos naturales- como los anteriormente citados- y a riesgos antrópicos o sea riesgos provocados por la acción del ser humano sobre la naturaleza, como la contaminación ocasionada en el agua, aire, suelo, deforestación, incendios (Figura 1). Este indica que el país presenta una alta vulnerabilidad a eventos catastróficos generadores de grandes pérdidas materiales y humanas.



Figura 1. Mapa de multi-amenazas principales a los que está expuesto el territorio ecuatoriano. En base de Demoraes y D'ercole, (2001).

## LAS AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL EN EL ECUADOR

Cuando un proceso natural sea geológico o hidro-meteorológico afecta al bienestar de ser humano, sus actividades socio-económicas o su infraestructura se convierte en una amenaza natural (Toulkeridis, 2015). De las amenazas de origen natural existen varias en el Ecuador, pero las principales pueden limitarse a terremotos, tsunamis, deslaves, actividad volcánica (amenazas geológicas) y sequías (deficit hídrico) como inundaciones (amenazas hidro-meteorológicas). Ecuador sufre por las mencionadas amenazas debido de su geodinámica activa y por su ubicación geográfica. Ecuador siendo ubicado en la línea equatorial donde se culminan varias corrientes oceánicas como atmosféricas trayendo fenómenos como “El Niño” y “La Niña” generando catastrofes de inundaciones o sequías por el extremo exceso o la extrema falta de agua. Al otro lado, debido de la cosntelación de la deriva de las placas tectónicas, sus movimientos, a veces abruptos generan terremotos, tsunamis, actividad volcánica con extenso alcance y también deslizamientos en practicamente todas regiones continentales del país (Toulkeridis, 2015; Mato y Toulkeridis, 2018).

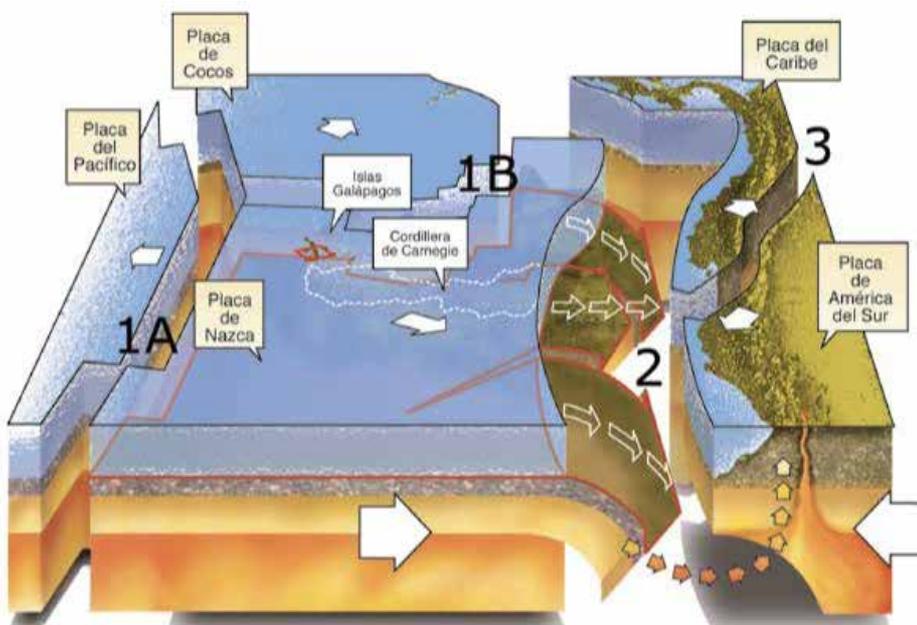
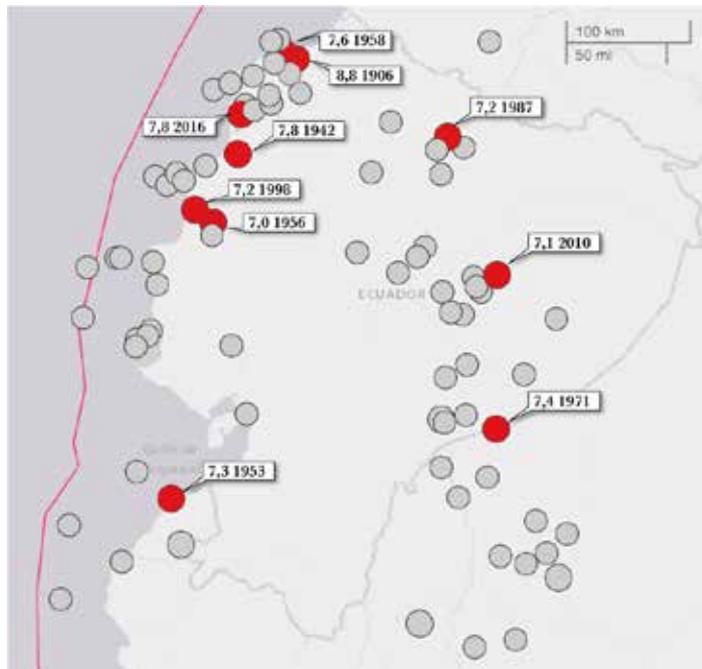


Figura. 2: Las tres fronteras de las placas existentes se evidencian en la parte noroccidental de América del Sur en el alrededor de Ecuador. 1A representa en la parte occidental de las islas de Galápagos una frontera de placas divergente llamada el “Levantamiento Oriental del Pacífico” (East Pacific Rise), 1B representa en la parte norte de las islas de Galápagos también una frontera de placas divergente llamado el “Centro de Expansión de Galápagos” (Galapagos Spreading Center), 2 representa una frontera de placas convergente llamada la “Fosa Ecuatoriana” y finalmente 3 representa una frontera de placas transformal llamada “Guyaquil Caracas Mega Falla”, cruzando Ecuador, Colombia y Venezuela. (Toulkeridis, 2011)

## TERREMOTOS EN EL ECUADOR

La actividad sísmica en el Ecuador se debe a los movimientos bruscos que se dan encima o cerca de fallamiento de rocas o depositos de rocas, generados por la deriva de las grandes placas existentes en el alrededor del país (Fig. 1). Las huellas de estos movimientos potencialmente desastrosos se pueden observar en base de fallas geológicas y los epicentros registrados de las últimas décadas. Aun más muchas perdidas sean de indole de vida o de infraestructura se ha documentado a través de historia de los pueblos. Por lo tanto, terremotos fuertes con resultados catastróficos para la vida y

la infraestructura ocurren en forma regular en el territorio ecuatoriano. En un período de casi cinco siglos, desde 1587 hasta tiempos recientes, más de 140 terremotos destruyeron partes de ciudades y áreas urbanas, con una suma total de más de 80,000 muertes (Kahn, 2005; Toulkeridis et al., 2017a).



**Fig. 3:** Sismicidad de Ecuador de 1900-2018, con epicentros superiores a 6,0 en la Escala de Richter según el archivo y el catálogo del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS / NEIC, 2018).

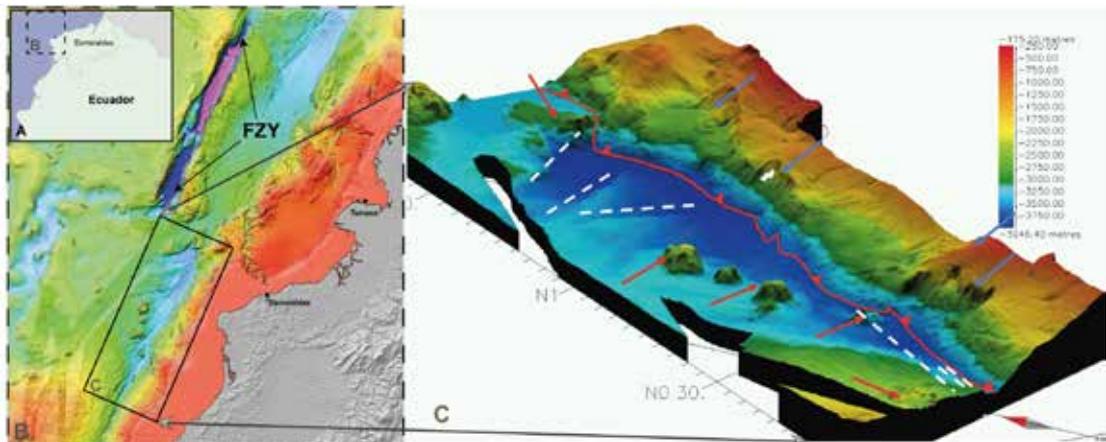
De estos movimientos telúricos, más de 96 (+ X) terremotos tuvieron una intensidad de VI a VII, otros 25 (+ X) terremotos tuvieron una intensidad de VIII, mientras que unos 12 (+ X) tuvieron una intensidad igual o superior a IX en la escala internacional Escala de Mercalli. Notables de estos eventos sísmicos han sido los de 1797 (XI), 1868 (X) y el de 1949 (X) (Engdahl y Villasenor, 2002; Beauval et al., 2010; USGS / NEIC, 2018). Desde 1900 hasta 2017, ocurrieron unos 65 eventos sísmicos en el área de Ecuador que superaron los 6,0 y alcanzaron hasta 8,8 en 1906 en la Escala Richter (USGS / NEIC, 2018). Los tres últimos terremotos con un alto número de víctimas mortales han sido de 6.8 Mw en 1949 con 6.000 víctimas mortales (Ganse y Nelson, 1982; Housner, 1984;), un 6.9 Mw en 1987 con más de 1100 muertes (Berz, 1988; Tibaldi et al., 1995; Schuster et al., 1996), y 7,8 Mw en 2016 con 663 muertes (Ye et al., 2016; Toulkeridis et al., 2017a; b).

### TSUNAMIS EN EL ECUADOR

En Ecuador, se han generado alrededor de una docena de tsunamis durante los últimos dos siglos, cerca o por encima de la fosa colombiano-ecuatoriana dentro del entorno geodinámico existente que se muestra en la Figura 1 (Berninghausen, 1962; Kanamori y McNally, 1982; Pararas-Carayannis, 2012). Además, el mapeo batimétrico reciente detectó cicatrices de deslizamientos de tierra submarinas en una zona de fractura de lado pronunciado llamada “Zona de fractura de Yaquina” que se muestra en la Fig. 3, que ciertamente es capaz de generar tsunamis (Collot et al., 2004; 2005; 2010; Ratzov et al., 2007; Collot et al., 2010; Ioualalen et al., 2011).

Debido a su situación geodinámica a lo largo del borde del Pacífico, la plataforma continental ecuatoriana costera es a menudo el objetivo de la actividad sísmica y los tsunamis subsiguientes

(Gusiakov, 2005; Pararas-Carayannis, 2012; Rodríguez et al., 2016). El margen continental activo y la zona de subducción asociada entre la placa oceánica de Nazca con las placas continentales sudamericanas y caribeñas (Fig. 1), ambas separadas por la Mega Shear Guayaquil-Caracas (Kellogg y Vega, 1995; Gutscher et al., 1999; Egbue y Kellog, 2010) dan lugar a tsunamis de origen tectónico y de deslizamiento de tierra submarino (Shepperd y Moberly, 1981; Pontoise y Monfret, 2004; Ratzov y otros, 2007; 2010; Ioualalen y otros, 2011; Pararas-Carayannis, 2012). La principal fuente sísmica en el territorio ecuatoriano es la zona de subducción, que tiene alrededor de 756 kilómetros (km) de longitud, a una distancia de entre 60 y 150 km de la costa del Ecuador continental.



**Fig. 4:** (a) Morfología detallada del borde continental del noroeste de Ecuador. La entrada (b) muestra la extensión de la zona de fractura de Yaquina (FZY) y (c) resalta los aspectos geodinámicos, como el frente de deformación entre las placas continentales oceánicas y caribeñas de Nazca (línea roja), fallas activas en el fondo de la corteza oceánica (líneas de puntos blancos), montes submarinos que ingresan a la zona de subducción (flechas rojas), y cicatrices de deslizamientos, fisuras y escombros submarinos (flechas azules). Adaptado de Collot et al., 2010.

De los registros históricos de los últimos dos siglos, la costa ecuatoriana ha experimentado fuertes terremotos y terremotos marinos generados localmente, con ocasionales disparos de tsunamis. Uno de estos eventos fue el gran terremoto de 1906 de  $M_w$  8.8 y con un área de ruptura estimada de 600 km (Rudolph y Szirtes, 1911; Kelleher, 1972; Beck y Ruff, 1984; Kanamori y McNally, 1982; Swenson y Beck, 1996 Pararas-Carayannis, 2012), con escasa evidencia de depósitos de paleo-tsunami (Chunga y Toulkeridis, 2014). Otros terremotos con tsunamis posteriores a lo largo de la zona de subducción Ecuador-Colombia incluyen los tsunamis de 1942 ( $M_w$  7.8), 1958 ( $M_w$  7.7) y 1979 ( $M_w$  8.2) dentro del área de ruptura de 1906 (Collot et al., 2004). Mientras que el evento de 1906 causó la muerte de hasta 1,500 personas en Ecuador y Colombia con un daño financiero desconocido a la infraestructura existente, el tsunami de 1979 mató al menos a 807 personas en Colombia y destruyó aproximadamente 10,000 hogares, destruyendo la energía eléctrica y las líneas telefónicas (Pararas-Carayannis, 1980; USGS, 2016a). El tsunami del 2016 se registró como uno, pero no llegó a dimensiones catastróficas o pérdidas de vidas.

## VOLCANISMO ACTIVO EN EL ECUADOR

Los Andes del norte en Ecuador son parte del ejemplo clásico de 7000 km de largo de un margen continental activo con varias secuencias volcánicas de las edades Mesozoica y Cenozoica (Ramos, 2009). El arco volcánico ecuatoriano aparece en una dirección principal de NNE-SSW como resultado de la colisión perpendicular entre la placa oceánica de Nazca del Mioceno, que se subduce con un ángulo ligeramente oblicuo a la litosfera continental suramericana, que a su vez está compuesta

por las placas continentales Caribeñas y la Suramericana (MéGard, 1987; Colmenares y Zoback, 2003; Dumont et al., 2005; Egbue y Kellogg, 2010; Toulkeridis, 2013). La Placa Nazca incorpora la asísmica Cresta de Carnegie, que se formó al pasar la Placa Nazca en movimiento ESE sobre el punto caliente de Galápagos (Johnson y Lowrie, 1972; Freymuller et al., 1993; Werner et al, 2003; Toulkeridis, 2011) . Los hasta 250 volcanes en el frente volcánico, el arco principal y los posteriores se distribuyen a lo largo de cuatro zonas distintivas, a saber, las cordilleras volcánicas occidental, interandina, oriental y subandina (Toulkeridis, 2013) y pertenecen a la Zona Volcánica Andina del Norte (Barberi et al., 1988; Bryant et al., 2006; Hall et al., 2008). Ecuador tiene aproximadamente veinte volcanes continentales activos, con un índice de explosividad volcánica (VEI) entre 2 y 7.

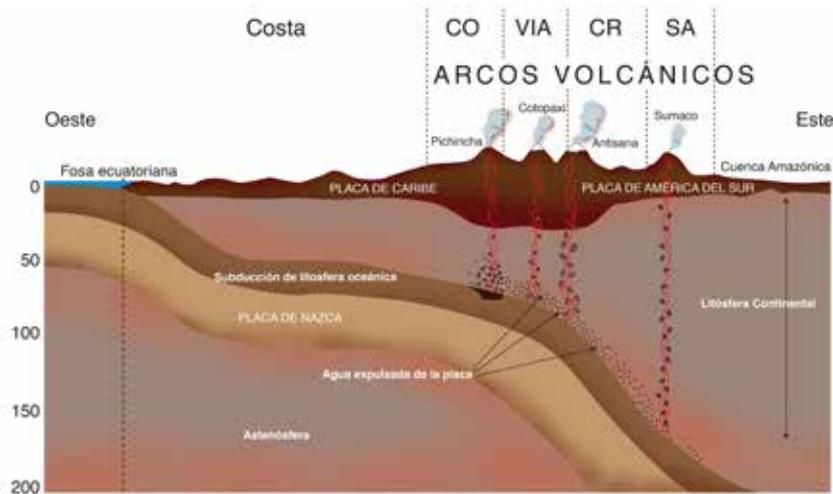


Fig. 5: Perfil esquemático desde el occidente hacia el oriente de la zona de subducción en el Ecuador con sus respectivos arcos volcánicos. CO = Cordillera Occidental; VIA = Valle Interandino; CR = Cordillera Real; SA = SubAndina (Toulkeridis, 2013).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9*
<b>Descripción</b>	no-explosivo	gentil	explosivo	severo	cataclísmica	paroxismal	colosal	súper colosal	mega colosal	(¿)ultra colosal(?)
<b>Volumen</b>	1x10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	1x10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	1x10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup>	1x10 <sup>7</sup> m <sup>3</sup>	1x10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	1km <sup>3</sup>	10km <sup>3</sup>	100km <sup>3</sup>	1,000 km <sup>3</sup>	10,000 km <sup>3</sup>
<b>Altura de la columna de erupción</b>	<100 m	100 m - 1 km	1 - 5 km	3 - 15 km	10 - 25 km	>25 km	>25 km	>25 km	>25 km	>25 km
<b>Tipo de erupción</b>		estromboliana		vulcaniana		pliniana		ultra pliniana		
<b>Duración</b>		<1 hora (hour)		1 - 6 horas (hours)		>12 horas (hours)				
				6 - 12 horas (hours)						
<b>Periodicidad</b>	diaria	diaria	semanal	anual	c/10 años	c/100 años	c/100 años	c/1000 años	c/10,000 años	¿?
<b>Ejemplo</b>	Cerro Azul	Sangay	Pichincha	Tungurahua	Reventador	Cotopaxi	Pululahua	Chalupas	Yellowstone U.S.A.	Fish Canyon Tuff

Fig. 6: El índice de explosividad volcánica (IEV) con volcanes típicos del Ecuador (y unos de Estados Unidos) de los cuales algunas de sus erupciones son representadas para cada escala. El llamado IEV es una escala logarítmica (de 0 a 10) ampliamente aceptada y usada, la cual se basa en el volumen, la duración y la altura del material expulsado durante la fase eruptiva. Un número alto de IEV indica un mayor potencial destructivo en una erupción volcánica, que una erupción con un índice bajo. En general se asume que volcanes con erupciones con un índice superior a 3 podrían producir víctimas fatales. Modificación basada en Newhall y Self (1982).

Tabla 1: Principales volcanes activos del Ecuador

Nombre del Volcán	Max IEV	Última Erupción
Complejo Volcánico de Antisana	2	1802
Cerro Negro de Mayasquer	2	intranquilidad en 2015
Chiles	2	intranquilidad en 2015
Chachimbiro	2	3200±20 AC
Imbabura	2	5500±500 AC
Sangay	3	2018
Cayambe	4	1785
Chimborazo	4	550±150
Reventador	4	2018
Niñahuilca	5	320±16 AC
Complejo Volcánico de Pichincha	5	2009
Tungurahua	5	2016
Cotopaxi	5-6	2015
Sumaco	5-6	1933 ?
Cuicocha	5-6	650 AC
Soche	5-6	6650 AC (?)
Quilotoa	6	1797 ?
Complejo Volcánico de Pululahua	6	290 AC
Chalupas	7	18,000 AC?

A través de estudios en el campo, laboratorio y en el gabinete, se estableció la forma de determinar la extensión de potencial influencia de 19 volcanes considerados como activos. A raíz de esta base de datos, se han determinado en varios estudios las extensiones de nubes de ceniza y el volumen en base de los IEV's conocidos. En caso de lahares potenciales tenemos amenazas volcánicas que tienen un rol diferente en relación con los paisajes alrededor de un centro volcánico. Mientras el Cotopaxi, similar como otros volcanes con un casco glaciario, tendrá un enorme potencial de agua disponible para formar y/o generar lahares, en el caso de los volcanes Reventador, Sumaco o Chiles se abstienen estos volúmenes de agua. Sin embargo, similarmente como en el caso del volcán Tungurahua, cantidades de ceniza en los flancos de los volcanes bajo estudio podrán llevar material volcánico desde los flancos, siguiendo la gravedad en áreas de menor altura.

Dentro de las diferentes amenazas volcánicas como explosiones, gases, flujos piroclásticos entre otros, la ceniza es una de las más subestimadas (Toulkeridis y Zach, 2017; Toulkeridis, 2018). La ceniza volcánica tiene en base de su origen una variedad de rangos geoquímicos y puede tener un afecto negativo en la salud humana, como bloquear el sistema respiratorio y hasta provocar una alta tasa de cáncer de tiroides (Arnbjörnsson et al., 1986). Sin embargo, la ceniza tiene el poder de alcance más lejano desde su origen, capaz de paralizar aeropuertos y un sinnúmero de industrias e actividades socio-económicas (Toulkeridis y Zach, 2017; Toulkeridis, 2006; Toulkeridis et al., 2007). En el pasado cercano del Ecuador se han cerrado los principales aeropuertos del país por la actividad de volcanes como Sangay, Tungurahua, Complejo volcánico de Pichincha, Reventador y Cotopaxi (Fig. 8)

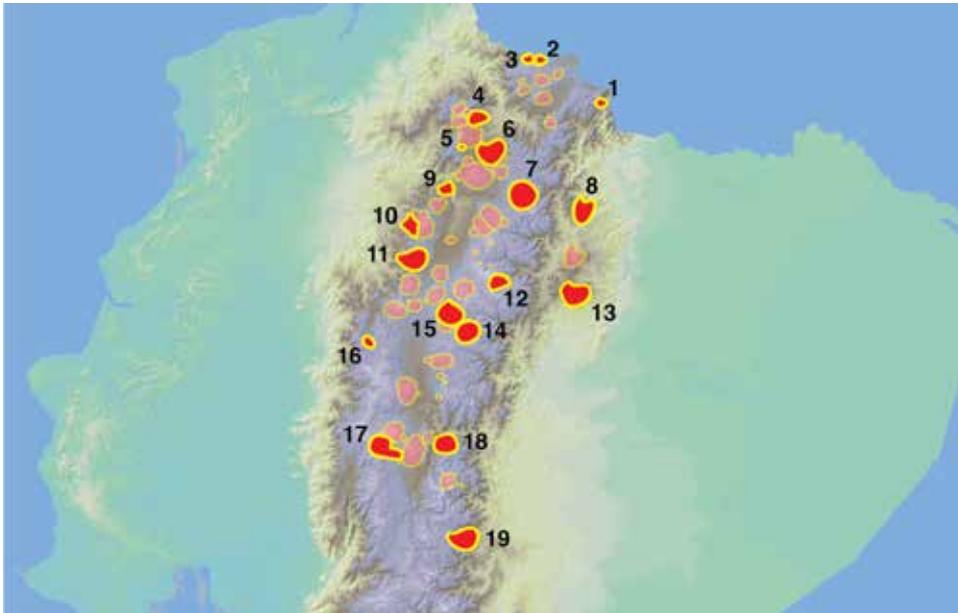


Fig. 7: Mapa con la distribución de volcanes activos del Ecuador (Toulkeridis, 2013). 1: Soche, 2: Chiles, 3: Cerro Negro de Mayasquer, 4: Chachimbiro, 5: Cuicocha, 6: Imbabura, 7: Cayambe, 8: Reventador, 9: Pululahua, 10: Complejo volcánico de Pichincha, 11: Niñahuilca, 12: Complejo volcánico de Antisana, 13: Sumaco, 14: Chalupas, 15: Cotopaxi, 16: Quilotoa, 17: Chimborazo, 18: Tungurahua, 19: Sangay.

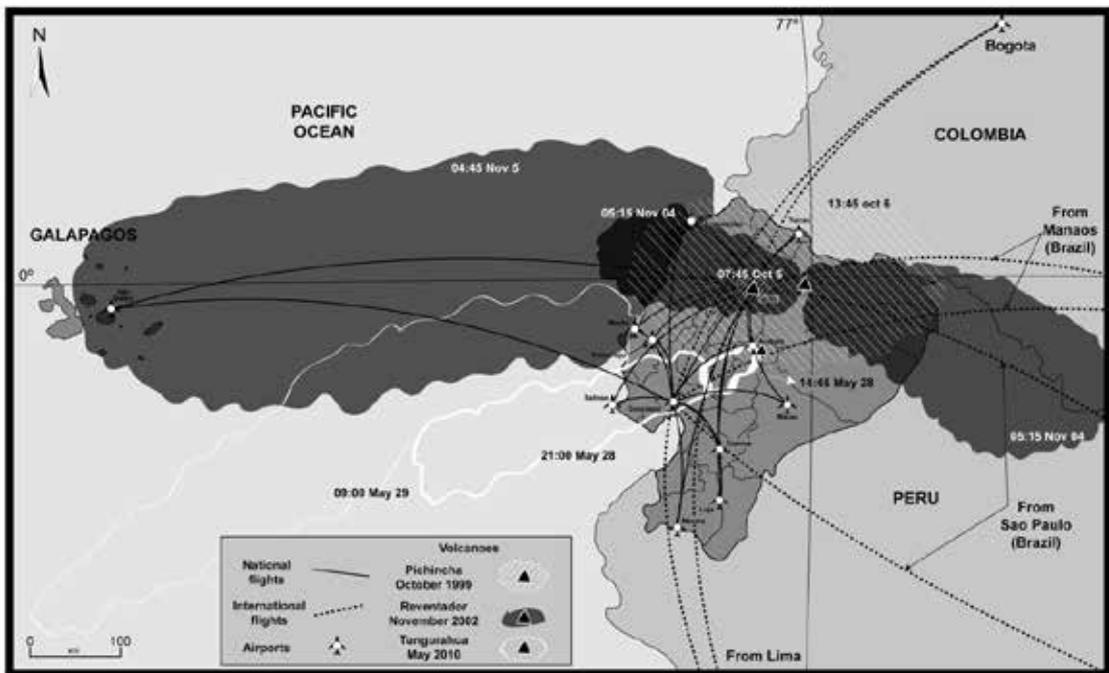


Fig. 8: La distribución de nubes de ceniza de algunas erupciones importantes, se indican sobre las rutas de vuelos nacionales e internacionales. Información desde el Ecuador Satellite Imagery de la Satellite Services Division de la National Environmental Satellite, Data, and Information Service (NESDIS), (Toulkeridis y Zach, 2017).

Lahares es otra amenaza de origen secundario o terciario de volcanes en el Ecuador como Tungurahua o Cotopaxi entre otros. Mientras los lahares del volcán Tungurahua son de índole de acumulación de material piroclástico acumulado en los flancos del cono cuales con las lluvia posteriores siguiendo la gravedad genera lahares, cuales pueden bloquear vías estrategicas en la cercania del volcán, el caso del Cotopaxi es muy diferente. Los lahares del volcán Cotopaxi se forman debido de actividades volcánicas como el colapso de columnas eruptivas entre otros, cuales tienen el poder de deshiellar parte de la superficie del glaciar formando lahares cuales pueden tener un enorme alcance hacia el norte (sistema de drenaje ríos Guayllabamba-Esmeraldas), sur (sistema de drenaje del río Cutuchi) y oriente (sistema de drenaje del río Napo) del volcán (Fig. 9). El tiempo de llegada de estos lahares es a veces muy reducido (Fig. 10).



Fig. 9: Lahares recorren en tres diferentes direcciones desde el volcán Cotopaxi, hacia el norte pasando Sangolquí hasta el Océano Pacífico, las zonas de drenaje sur hacia Latacunga y Baños, como al este hacia las tierras de la Amazonía (Rodríguez et al., 2017).

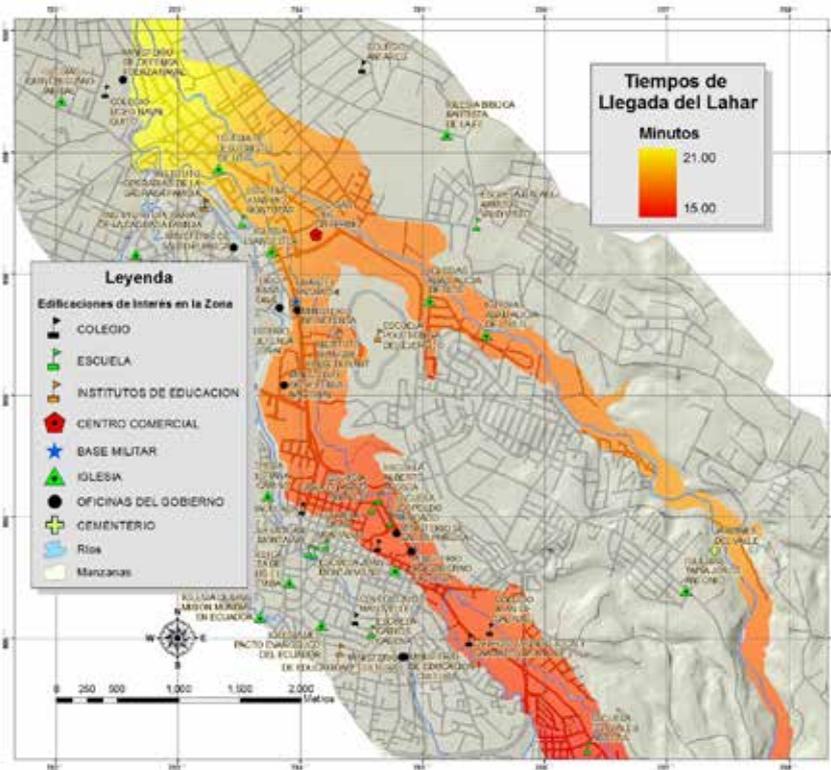


Fig. 10: Mapa de lahares del área de Sangolquí (Padilla, 2017)

## DESLAVES EN EL ECUADOR

La causa de muertos en base de amenazas de origen natural lleva la más alta tasa en base de movimientos de masas terrenos superficiales de en forma de deslaves, deslizamientos, derrumbes, desprendimientos entre otros estilos de caída de materiales siguiendo la gravedad. Los orígenes de generación de estos movimientos se basan en la inestabilidad del terreno siguiendo el sentido de la pendiente por acción de la gravedad en forma súbita o lenta con medio de transporte agravante que es el agua o en forma seca, es decir que se presentan sobre todo en la época lluviosa o seca y además durante períodos de actividad sísmica. También suceden deslizamientos debido de la actividad humana (cortes en ladera, falta de canalización de aguas, etc.) y por simple erosión (por actividad humana y de la naturaleza) (Toulkeridis, 2015a). Deslizamientos ocurridos y potenciales entonces ocurren en su mayoría en la Sierra Ecuatoriana, pero también en otros partes del país (Fig. 11 y 12).

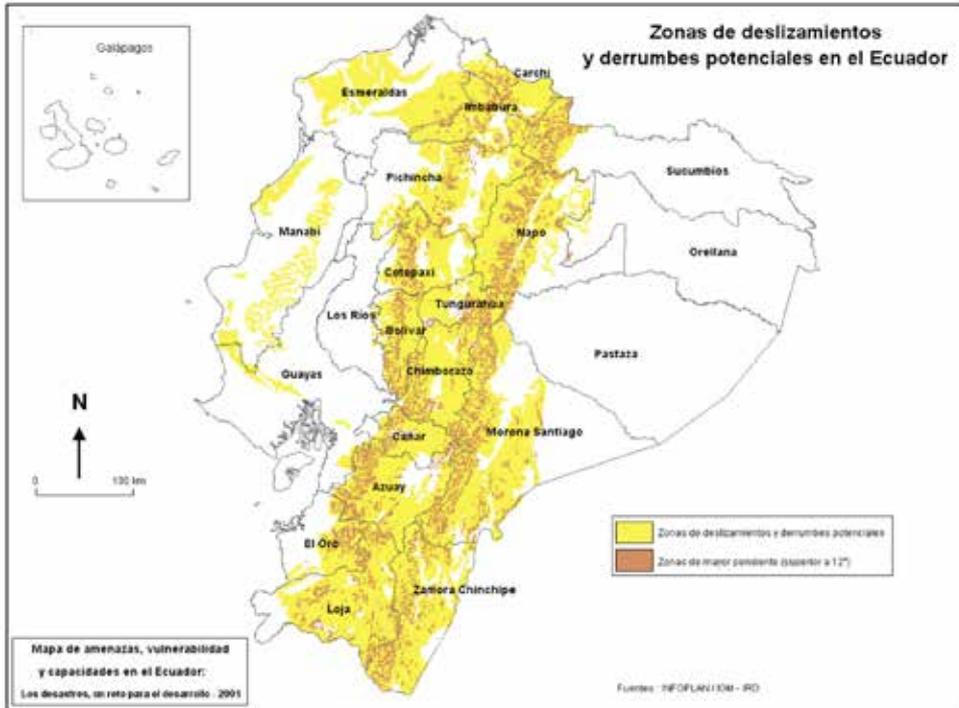


Fig. 11: Mapa de zonas de deslizamientos y derrumbes potenciales en el Ecuador. En base de Demoraes y D'ercole, (2001).



Fig. 12. Mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa en el Ecuador. En base de Demoraes y D'ercole, (2001).

## EL FENOMENO DE “EL NIÑO” E INDUNDACIONES EN EL ECUADOR

El agua es el elemento fundamental para la vida de los seres en el planeta, pero el agua así como es vida también puede ser muerte, y debemos saber manejarla y aprovechar en forma racional y controlar sus extremos (inundaciones y sequías). Las inundaciones en América Latina y el Caribe, donde se encuentra el Ecuador, dejaron en el pasado un saldo enorme de pérdidas de vidas humanas y además millones de personas se quedaron afectadas con severos daños económicos. La inundación es el aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce. En este caso el nivel normal se entiende como aquella elevación (rápida y breve) de la superficie del agua que no causa daños, por lo que se puede entender que la inundación es una elevación mayor a la habitual del cauce, que puede generar pérdidas. Las inundaciones son eventos naturales y recurrentes para un río, estadísticamente; los ríos igualarán o excederán la inundación media anual, cada 2,33 años. En general las inundaciones son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, esteros y áreas costeras. Esto hace que un determinado curso de aguas rebalse su cauce e inunde tierras adyacentes o llanuras de inundación (Jha et al., 2012).

**Tabla 2:** Áreas de susceptibilidad de inundaciones por provincia en el Ecuador. En base de Demoraes y D’ercole, (2001).

PROVINCIA	ALTA (Km <sup>2</sup> )	MEDIA (Km <sup>2</sup> )	BAJA (Km <sup>2</sup> )
AZUAY	49,35	81,61	175,33
BOLÍVAR	1,07	13,84	133,26
CARCHI	0,43	5,17	185,15
CAÑAR	26,64	191,31	180,96
CHIMBORAZO	0,07	32,58	167,65
COTOPAXI	4,76	121,45	376,64
EL ORO	639,83	306,42	675,8
ESMERALDAS	553,2	1242,54	1333,43
GUAYAS	4353,87	4211,38	2588,52
IMBABURA		15,95	78,7
LOJA	9,62	66,43	179,45
LOS RIOS	958,52	1482,06	2220,78
MANABI	885,34	1358,49	1581,89
MORONA SANTIAGO	256,31	2960,05	3872,09
NAPO	191,43	295,51	432,56
ORELLANA	674,39	5007,75	2810,58
PASTAZA	289,18	3470,36	2406,82
PICHINCHA	4,09	127,95	374,04
SANTA ELENA	330,61	713,52	781,67
SANTO DOMINGO	0,84	3,002	126,58
SUCUMBIOS	981,66	3854,47	6760,82
TUNGURAHUA	4,71	23,68	77,76
ZAMORA CHINCHIPE	2,41	24,16	302,97

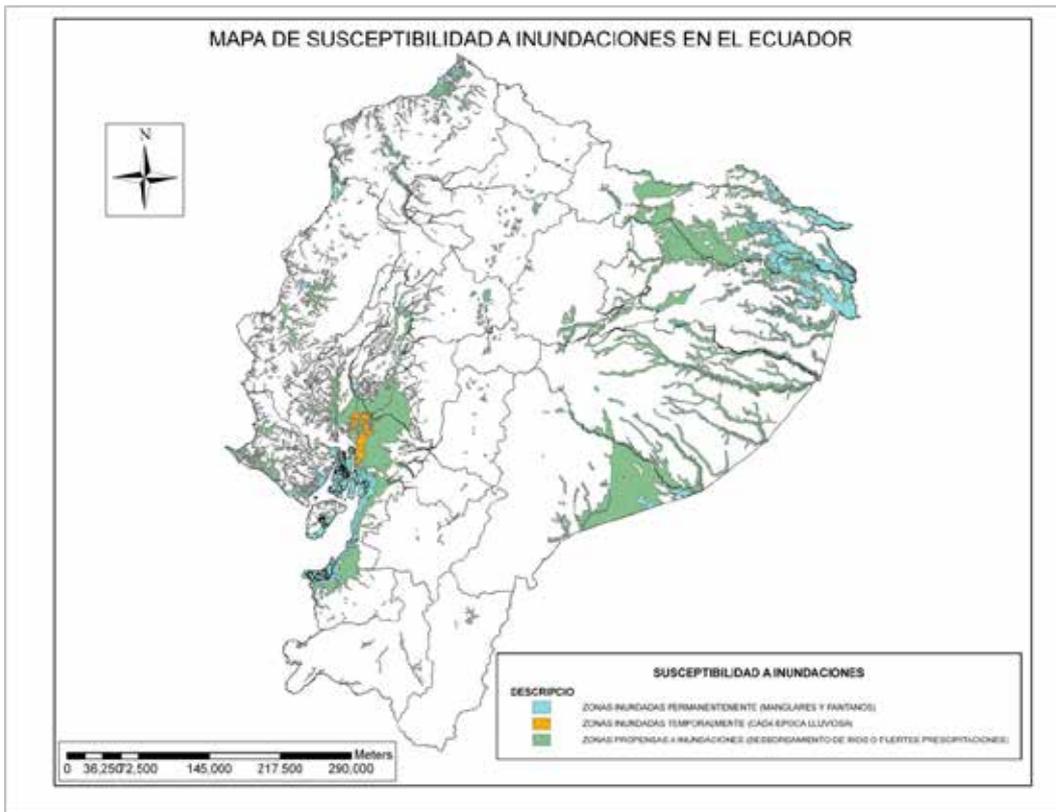


Fig. 13: Mapa de susceptibilidad a inundaciones en el Ecuador. En base de Demoraes y D’ercole, (2001).

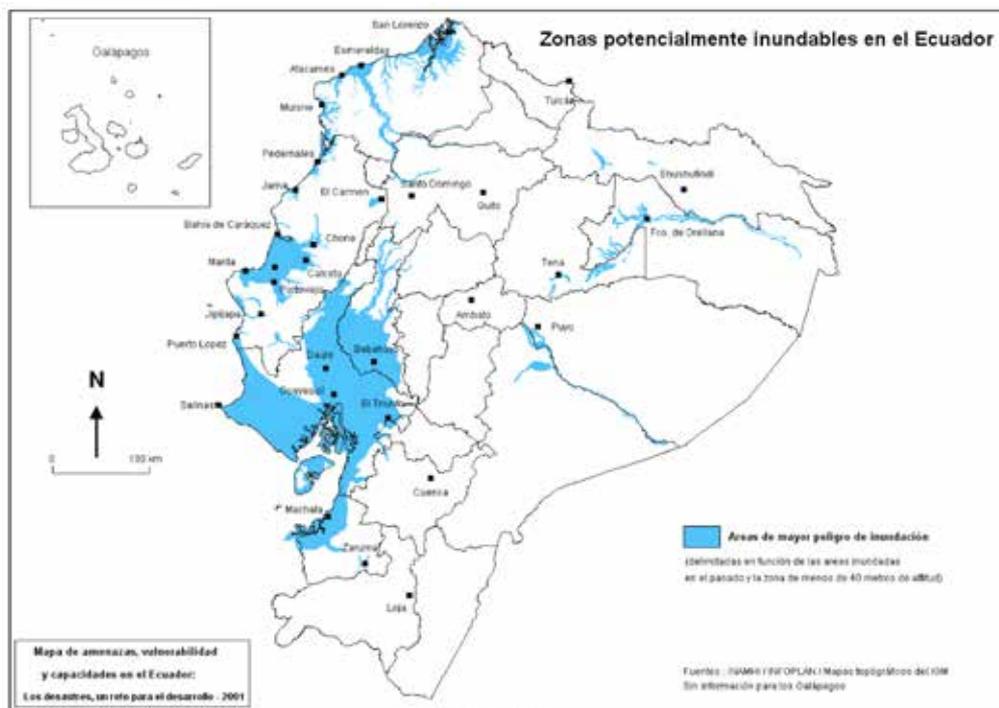


Fig. 14: Zonas potencialmente inundables en el Ecuador. En base de Demoraes y D’ercole, (2001).

El “Fenómeno de El Niño” (El Niño Southern Oscillation ENSO, por sus siglas en inglés), se da cuando varios fenómenos por separado convergen a la vez dando como resultado un calentamiento inusual de las aguas del pacífico oriental. En primer lugar, unos seis meses antes de la aparición del niño, ENSO produce cambios en la presión atmosférica en el lado occidental del pacífico sur, lo que da como resultado una disminución en la fuerza de las corrientes frente a Australia que normalmente traen de regreso el agua de las corrientes ecuatoriales hacia el este. Las lluvias que trajo el fenómeno de El Niño entre 1982-1983, destruyeron más del cincuenta por ciento del sistema vial del Ecuador, llevándose puentes, inundando zonas extensas, y arruinando una gran parte de la producción agrícola. También, y debido a un nivel del mar más elevado y a vientos más fuertes causados por las nubes tormentosas, se produjo la erosión de las costas que se llevó consigo casas y centros turísticos. Un evento similar ocurrió entre 1997-1998, causando grandes daños a la zona occidente- ecuatorial de Sudamérica. Mientras que las lluvias empapaban las costas del Pacífico en el lado del continente americano, lo opuesto ocurría en el Pacífico asiático. Sequías severas y cientos de miles de hectáreas de bosques incendiados fueron el resultado de este fenómeno. Además de los cambios climáticos causados por El Niño, también la vida marítima y terrestre se vio afectada. Quienes sintieron más sus efectos fueron los pescadores frente a las costas de Perú y Ecuador. Desde un punto de vista menos antropocéntrico, las especies que dependen de aguas más frías sufrieron más, mientras que aquellas que prefieren aguas calientes experimentaron un incremento poblacional sin igual. Por supuesto, una vez que concluyó el fenómeno, las fuentes de comida disminuyeron, lo cual llevó a estas especies a la muerte en proporciones catastróficas (Trenberth, 1997: Mato y Toulkeridis, 2018).

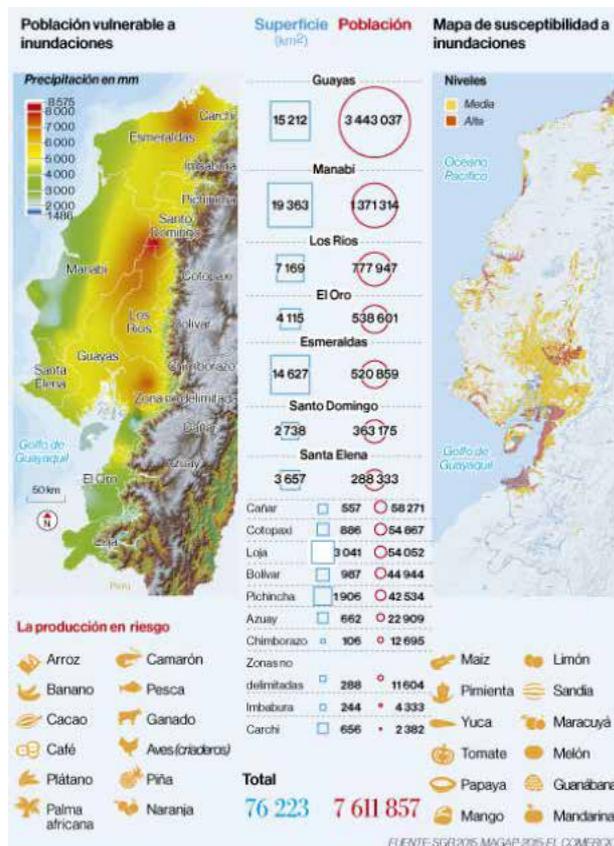


Fig. 15: Mapa de vulnerabilidad de inundaciones por el fenómeno de “El Niño” en el Ecuador. De El Comercio (2005) (<https://www.elcomercio.com/actualidad/millones-ecuatorianos-zonas-sensibles-elnino.html>)

## SEQUIAS EN EL ECUADOR

Las sequías, son un fenómeno de lenta evolución, que consiste en una escasez de agua, por insuficiencia de las lluvias, que se prolonga por meses, años, décadas y aún centurias, cuyas consecuencias acarrear graves problemas a la comunidad (urbana y rural) y se van observando paulatinamente, ya que afecta por la disminución de las fuentes y escases de agua potable para el consumo humano y animal; afecta a la fauna, flora y siembras, disminución de higiene y salubridad, riesgo de enfermedades; disminución de agua para el riego y cultivo, dando como resultado la muerte de animales y de la vegetación. Como consecuencia de ello, se produce la emigración de la fauna, afectando la flora, la misma que es susceptible de quemarse fácilmente, generando riesgos de incendios forestales y propiciando más el desarrollo de la sequía y, disminución de la producción de energía hidroeléctrica. Una sequía prolongada podría afectar a las cosechas y hasta provocar hambruna, pero en general en el Ecuador este amenaza de origen natural no conlleva víctimas humanas (McKee et al., 1993).

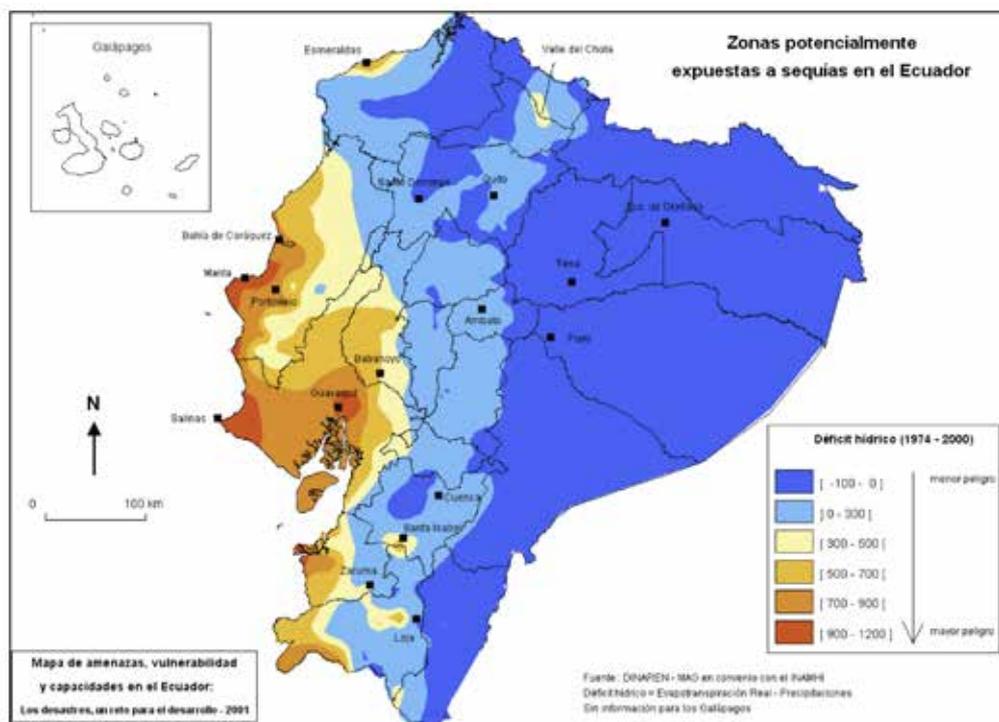


Fig. 16: Zonas potencialmente expuestas a sequías en el Ecuador. En base de Demoraes y D'ercele, (2001).

En base en lo expuesto, nos conlleva a la planificación de medidas que faciliten la asignación y el uso de recursos antes, durante y después del evento; la toma de decisiones para la mitigación de los impactos; así como la prevención y educación de la población que generen una toma de conciencia en los mismos y tengan percepción del riesgo, con énfasis en el personal que debe de participar atendiendo a la ciudadanía ejemplo: las Fuerzas Armadas.

Urge entonces: Analizar el sistema de acciones que debe implementar las Fuerzas Armadas, para brindar un apoyo más efectivo y de calidad al Estado y su población afectada, en los tres momentos de ocurrencia de un desastre natural o antrópico: antes, durante y después.

## ANTECEDENTES DEL ROL DE LAS FUERZAS ARMADAS Y LA GESTIÓN DE RIESGO

A nivel mundial la Organización de las Naciones Unidas (ONU) a través de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR) y el Secretariado de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastre son los entes internacionales para la prevención de desastres que engloba a los miembros y no miembros de la ONU, desde las cuales se han implementado un grupo de conferencias donde sobresalen:

Acuerdo de Yokohama, que fue la primera conferencia mundial sobre reducción de riesgo de desastres naturales, cuya aprobación data de mayo de 1994, donde se enfatizó en temáticas como la prevención de los desastres naturales, la preparación para casos de desastre y la mitigación de sus efectos, así como la elaboración de un plan de acción;

Marco de Acción de Hyogo en el año 2005, fue la segunda conferencia mundial sobre reducción de riesgo de desastres donde se da tratamiento a temas como el aumento de la resiliencia de las naciones y comunidades ante los desastres

El Marco de Acción Sendai, donde un aspecto clave a tratar es la reducción de riesgos de desastres que se van complementando en el tiempo, siendo el Marco de Acción Sendai la que le da continuidad hasta el año 2030 donde se planifican, proyectan y perfeccionan las estrategias de prevención y/ o mitigación, desarrollando objetivos y áreas prioritarias para la reducción de desastres a nivel internacional.

En el contexto Latinoamericano sobresale por sus aportes y la pertinencia de los mismos el Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres (CAPRADE) creado el 07 de julio del 2002 integrado por Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.; cuyo objetivos son contribuir a la reducción del riesgo y del impacto de los desastres naturales y antrópicos que puedan producirse en el territorio de la sub región Andina, a través de la promoción y difusión de políticas, estrategias, planes, y promoción de actividades en la prevención y mitigación, preparación, atención de desastres, rehabilitación y reconstrucción, así como mediante la cooperación y asistencia mutuas y el intercambio de experiencias en la materia.

En el caso del Ecuador dado por los altos niveles de riesgo a los que se encuentra expuesto, la prevención y la gestión de riesgo son aspectos esenciales dentro de la gestión gubernamental resaltando por el rol que desempeñan a las Fuerzas Armadas. Uno de los pilares fundamentales en que se sustenta la seguridad y defensa de una nación, lo constituye sin lugar a dudas la capacitación y sensibilización que poseen los integrantes de las Fuerzas Armadas en la atención a la población y la seguridad ciudadana. Elemento que se refleja en la Carta Magna del Ecuador, en sus artículos 158 y 162, donde define la misión fundamental de las Fuerzas Armadas, como: la Defensa de la Soberanía y la Integridad territorial y que son instituciones de protección de los derechos, libertades y garantías de los ciudadanos. El artículo 389 de la Constitución establece que el Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objeto de minimizar las condiciones de vulnerabilidad. La Ley de Seguridad Pública y del Estado, en su artículo 11, literal d) señala que: “la prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.” Mientras tanto, se ha eliminado la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos formando desde 2018 a una entidad

de servicio. Por lo tanto, en el futuro debería ser una entidad verdaderamente capaz en manejar la Gestión de Riesgos del Ecuador cual correspondía con las capacidades de las FFAA para enfrentar las amenazas de diferentes orígenes en el país..

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tomando en cuenta lo anteriormente planteado las Fuerzas Armadas ha iniciado un profundo proceso de Reestructuración, que incluyó la revisión y actualización de la Agenda Política de la Defensa Nacional, en aras de promover la colaboración interinstitucional bajo el principio de corresponsabilidad, determinando los ámbitos para la conducción política, gestión militar y apoyo al desarrollo, sobre la base de una acción sistémica, estableciendo en el ámbito militar cuatro ejes fundamentales de acción para el empleo:

- 1) Defensa y Soberanía de la Integridad Territorial.
- 2) Apoyo a la Acción del Estado.
- 3) Apoyo al Desarrollo Nacional.
- 4) Cooperación Internacional.

El Ministerio de Defensa Nacional se encuentra en un período de transformación institucional y de nueva orientación de sus funciones y capacidades, conforme se expresa en la presente Agenda Política de la Defensa 2014-2017. En este proceso, la orientación general se fundamenta en el Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017 perteneciente a la agenda política del anterior presidente Rafael Correa y que toma continuidad en el mandato del actual presidente Lenin Moreno a través del plan “Toda una vida”, puntualizada en la construcción del poder popular a partir de políticas y lineamientos estratégicos, la definición y consolidación de derechos y libertades determinados en la Constitución de Montecristi y la transformación económica ligada al cambio de la matriz productiva. En la agenda política del Ecuador del 2014 al 2017, se plantea en la Política 2. PARTICIPAR EN LA SEGURIDAD INTEGRAL Y PROTECCIÓN DE LOS DERECHOS, LIBERTADES Y GARANTÍAS CIUDADANAS.

Artículo 5. Participar en la gestión de riesgos para la prevención y mitigación de los efectos provocados por desastres de origen natural y antrópico. En este último acápite se recoge un elemento muy importante el cual es el punto de partida en la presente investigación, el rol de las Fuerzas Armadas en la Gestión de Riesgos.

Ejemplos de esta labor tenemos muchísimos: Las Fuerzas Armadas han trabajado en actividades de seguridad integral, así como de apoyo al desarrollo nacional, ejemplificado en el aporte realizado a la Misión Manuela Espejo, aportando a combatir la pobreza y a promover la inclusión social entre todos los sectores poblacionales. Propiamente en las operaciones de Riesgo resalta las contribuciones de la FFAA. durante el terremoto del 16 de abril del 2016, que afectó fuertemente la Región Costa del país y otras regiones, deviniendo en protagonistas en conjunto con otras fuerzas en las labores de rescate, salvamento y las acciones que se organizaron después de la catástrofe.

La participación de las FF.AA. en apoyo a la gestión de riesgos en un desastre natural es de vital importancia para la mitigación de un evento adverso y es fundamental coordinar con las instituciones del Estado responsables de la seguridad del país y la población ecuatoriana. Su apoyo debe ser total sobre todo en las tareas de búsqueda, rescate y seguridad cuando suceda el desastre; apoyo a la Policía Nacional en seguridad interna y control del orden público; y de

ser posible, apoyo a las instituciones del Estado en tareas de reconstrucción. En los diferentes COE's que se creen deberá ser parte de las mesas planificadoras para ayudar con todo sus medios materiales y humanos a la mitigación del desastre. Uno de los termómetros más efectivos que pudo tener FFAA para medir el apoyo a un desastre natural, fue el terremoto ocurrido en abril del 2016, si bien es cierto que fue la institución militar la que primero se empleó en las tareas de búsqueda, evacuación de muertos heridos, también se pudo constatar la falta de medios para realizar una mejor tarea de apoyo, como por ejemplo falta de unidades de transporte marítimo para trasladar vituallas y víveres a toda la población afectada, de igual manera no se poseía los suficientes medios terrestres como camiones, buses, ambulancias para ayudar en las tareas de búsqueda y rescate y evacuación.

Es importante que el organismo directamente encargado de la gestión de riesgos prevea la identificación y caracterización de los riesgos de orden natural o antrópico, con el objetivo de reducir y/ o minimizar, la vulnerabilidad y exposición a los mismos en el territorio ecuatoriano. El manejo de la información en los tres momentos de la ocurrencia del desastre antes, durante y después. Se enfatiza además en la coordinación de los esfuerzos y funciones entre las instituciones públicas y privadas en los tres momentos del desastre y en la capacidad de respuesta, tanto a nivel regional, nacional como internacional.

Por esta razón el Estado debe prever los siguientes lineamientos generales para emitir las políticas respectivas en la prevención y mitigación de desastres naturales:

- El desarrollo de políticas gubernamentales que potencien la suficiencia y autonomía del país y las regiones más vulnerables en la temática de riesgo; además del manejo, asignación, uso y control de los recursos.
- La necesidad urgente de desarrollar y fortalecer los recursos humanos en cuanto a la gestión de riesgo, así como la carga material y de las competencias de las instituciones de investigación y desarrollo en materia de reducción de los desastres y mitigación de sus efectos.
- Elevar la participación activa de la población en la reducción de los desastres, la prevención y la preparación para casos de desastre, lo que a su vez permitirá un mejor manejo del riesgo por parte de las instituciones encargadas de proteger a la ciudadanía como es el caso de la FFAA.
- Perfeccionamiento de los mecanismos de evaluación de los riesgos, vigilancia más amplia y difusión más amplia de pronósticos y alertas. Adopción de una política integrada para la prevención, la preparación y la capacidad de respuesta en el contexto de los desastres naturales y otras situaciones de desastre.
- Identificación de los centros con mayor capacidad de respuesta y preparación teórica en la materia a los efectos de mejorar las actividades de prevención y reducción de desastres, mitigación de sus efectos y establecimiento de redes entre ellos.
- Adopción de medidas nacionales efectivas en los planos legislativo, administrativo; además de una mayor prioridad en la adopción de decisiones a nivel político.
- Asignación de mayor prioridad al intercambio de información sobre la reducción de los desastres naturales, especialmente en los planos regional y subregional, mediante el fortalecimiento de los mecanismos existentes y una mejor utilización de las técnicas y medios de comunicación.

A pesar de los esfuerzos ingentes en los diferentes niveles y organizaciones recogidos brevemente, este autor considera que persisten algunas brechas en el tema de la gestión de riesgo, en particular aquellas que se relacionan con el tema de prevención y el fomento de una cultura de la percepción del riesgo que potencie el protagonismo, la responsabilidad y autonomía de los sujetos en este tema; otro elemento a resaltar que a juicio de este investigador afecta el desempeño de las FFAA es la escasez de medios logísticos y la poca calidad de los existentes, así como su pobre actualización en lo que a adelantos tecnológico se refiere. Para un desempeño eficaz se requiere que los medios logísticos sean proporcionales a la tarea a desempeñar y acordes a la tipología del riesgo enfrentar. Se ha comprobado que dentro del Ejército Nacional ya sea en las tropas terrestres, navales o aeronáuticas escasean los medios y equipos a emplear en estas labores, además los existentes tienden a la obsolescencia lo cual constituye un atraso en las tareas a cumplir. En un sentido más general, preocupa la creación y sostenimiento permanente de los medios y equipamiento a emplear en la gestión de riesgo por parte de las FFAA.

En cuanto a los aspectos subjetivos, en el ámbito cultural debe sustentarse en la formación integral de la ciudadanía con énfasis en las instituciones que participan directamente en las situaciones de riesgo como las FF.AA, ejemplo: a través de la enseñanza y formación en materia de prevención de desastres, preparación para casos de desastres y mitigación de sus efectos. Una forma muy efectiva sería a través de la implementación de una materia en esta temática en la malla curricular de la formación del personal militar. Por otra parte se debe promover la toma de conciencia en la membresía de las FF. AA y de la ciudadanía en general, respecto a los aspectos subjetivos que conforman y están presente en la ocurrencia de un desastre, ejemplo: la prestación de los primeros auxilios psicológicos y el trabajo preventivo- formativo antes de la ocurrencia del desastre. No basta solo con la existencia y manejo de los recursos materiales, sino que debe potenciarse la preparación en el orden ideológico de las personas que intervienen en las diferentes misiones y que están expuestos a riesgos psicosociales; siendo este tópico uno de los menos tratados en la documentación analizada y por ende con menor visibilidad en las diferentes estrategias y políticas trazadas en el tema de riesgos. La exposición al riesgo psicosocial influye de modo directo en la salud y mantenimiento de la calidad de vida de las personas por las repercusiones en la salud mental de las personas tanto a nivel social, grupal e individual como son: reacciones de estrés post traumático, somatizaciones, reacciones situacionales agudas, crisis de pánico, duelos individuales y colectivos.

Además se debe de continuar trabajando y perfeccionando los mecanismos de cooperación regional y subregional entre países expuestos a los mismos riesgos naturales- como es el caso de Comunidad Andina-, a través de la planificación y ejecución de actividades conjuntas en el tema de reducción de desastres con inclusión de la creación o el fortalecimiento de centros regionales y subregionales enfatizando en los cuerpos militares, además del intercambio de información, técnicas, materiales y métodos referidos a la temática.

Por la importancia que registra para el presente artículo, analizaremos brevemente los Objetivos del Ministerio de Defensa Nacional donde se establece la necesidad de incrementar el apoyo al desarrollo nacional en los ámbitos tecnológico, investigativo, industria de la defensa, trabajo comunitario, gestión de riesgos en este último aspecto una de las estrategias planteadas y tratadas con mayor énfasis es apoyar con las capacidades de FF.AA. a la gestión nacional de riesgos y preservación del ambiente, siendo las directrices las siguientes:

1. Planificar y ejecutar operaciones de seguridad interna, en apoyo a las acciones de otros organismos del Estado, ante situaciones de crisis y de gestión de riesgos, para precautelar los intereses nacionales y garantizar la protección de la población y sus recursos.
2. Coordinar con la entidad estatal correspondiente de Gestión de Riesgos las actividades relativas a la gestión de riesgos en apoyo a la población.
3. Coordinar con la entidad estatal correspondiente de Gestión de Riesgos la consecución de medios y recursos para el apoyo ante situaciones de crisis y de gestión de riesgos.
4. Formular y ejecutar el proyecto de creación de la Unidad Militar de Emergencias del Ecuador (UME-E) para la gestión de riesgos y su actuar a nivel nacional e internacional.
5. Implementar el Sistema Interno de Fuerzas Armadas para la Gestión de Riesgos, que defina cómo actuar en el caso de que colapsen las instalaciones militares frente a un evento catastrófico.
6. Coordinar, al interior de FF.AA., las actividades relacionadas con la creación de una cultura de prevención de riesgos y desastres naturales.
7. Implementar un sistema de gestión ambiental y desarrollar una cultura de preservación ambiental.

O sea el Ministerio de Defensa enfatiza en elementos como la identificación de los aspectos más importantes para la reducción de riesgos, así como la determinación, reconocimiento de los estándares y normas técnicas que se refieren a la gestión de riesgo y que directamente se relacionan con las competencias propias de la FF.AA. Además de orientar,

dar seguimiento y evaluar el cumplimiento de los estándares y normas técnicas en gestión. Sobresaliendo en lo planteado el trabajo y preparación en el tema de la prevención.

En este documento se resalta la necesidad de competencias creadas en el ámbito de la prevención para diseñar, implementar y actualizar planes de contingencia y entrenar al personal para su aplicación ; además de la elaboración y ejecución de planes anuales de reducción de riesgos con indicadores, metas y estándares claramente definidos tanto para su ejecución como para su cumplimiento; surgiendo entonces la necesidad de tener un cuerpo de las FF.AA comprometido y capacitado en la temática, pues como plantea el Dr Gabriel Pasteur:” Una cultura de la prevención implica conocer los riesgos a los que estamos expuestos, saber cómo actuar ante ellos y ejecutar acciones adecuadas para mitigar la catástrofe”

Siguiendo esta línea de análisis es válido resaltar las capacidades de las FF.AA. en apoyo a la gestión de riesgos, desarrolladas.

La coordinación entre las Fuerzas Armadas y las estructuras estatales responsables de la seguridad del país y la población ecuatoriana es fundamental para la actuación en las labores de prevención y mitigación de desastres naturales. La acción específica de las FF.AA, según el manual de riesgos en la mitigación de FFAA engloba tres fases:

Tareas de búsqueda, rescate y seguridad cuando suceda el desastre;

Cooperación con la Policía Nacional en seguridad interna y control del orden público; y,

Apoyo a las instituciones del Estado en tareas de reconstrucción.

Las Fuerzas Armadas están a disposición del Gobierno de la nación para ser empleadas en tareas acorde a las competencias que tienen formadas, bien por su forma de actuación y habilidades que le son inherentes. Las Fuerzas Armadas reúnen una serie de características, de orden institucional y material, que las convierte en idóneas para reaccionar rápida y eficazmente ante estas situaciones, pues su funcionamiento y organización conforme a los principios de unidad,

disciplina y niveles de mando aseguran aspectos como: organización, control, planificación y coordinación tanto en el orden de los Recursos Humanos como materiales. Los recursos y capacidades que posee las Fuerzas Armadas, de conjunto con los medios de Gestión de Riesgos, son herramientas valiosas y eficaces para luchar contra los desastres naturales. Lo cual requiere de conocimientos teórico- prácticos para el diseño y construcción de obras de ingeniería de contención y de carácter inmediato, así como disponer de un cuerpo militar con amplia y ágil capacidad movilizativa y de desplazamiento, ejemplo: Respuesta rápida para la construcción de un albergue o la repartición o distribución de alimentos. Otro elemento distintivo es alto nivel de preparación teórico- práctico que poseen los miembros de las FF.AA por lo cual pueden colaborar y participar en la elaboración de estudios de riesgo y en las Mesas Técnicas de Trabajo; diseño de Planes de Contingencia entre otra acciones.

Por lo expuesto anteriormente podemos afirmar que las FF.AA. Pueden ser empleadas en la mitigación de desastres y apoyo a la gestión de riesgos. Los diversos autores consultados apuntan que entre las principales razones para emplear las FF.AA. en apoyo a la gestión de riesgos son las siguientes:

- Capacidades naturales institucionales útiles para la gestión de riesgos
- Imagen positiva en la sociedad
- Optimización de presupuestos
- Incrementan capacidad: operatividad/alistamiento simultaneidad
- Instituciones adscritas de gran valor para la gestión de riesgos
- Sistema de sanidad para emergencia
- Capacidad logística a nivel nacional
- Despliegue nacional y respuesta inmediata
- Equipamiento de gran valor para la gestión de riesgos

Se hace necesario entonces, que para el enfrentamiento de las diferentes adversidades se empleen los medios disponibles, incluyendo el importante Recurso Humano de las Fuerzas Armadas; así como de su permanente e inmediata disponibilidad, en éste sentido es necesario una estrecha coordinación y colaboración con las autoridades e instituciones del estado, por tal motivo se hace imprescindible contar con directrices que guíen el accionar de las Fuerzas Armadas en apoyo a la Gestión de Riesgos. Reduciendo las diferencias de procedimientos en los ámbitos de las relaciones personales, administrativas y operativas. De aquí la necesidad de continuar fortaleciendo y enriqueciendo las políticas, estrategias y líneas de acción que permitan a las Fuerzas Armadas consolidar y perfeccionar la alianza estratégica FF.AA. – la entidad estatal correspondiente de Gestión de Riesgos independientemente del origen del riesgo ya sea natural o antrópico. En los niveles:

Nivel Político-Estratégico: COE Nacional, Mesas Técnicas de Trabajo, COE provinciales y COE cantonales.

Nivel Estratégico-Militar: Comando Conjunto de las FF.AA.

Nivel Operacional: Comandos Operacionales y órganos de maniobra.

Por lo que urge diseñar e implementar acciones coordinadas desde el nivel macro- léase a nivel gubernamental y ministerial- hasta lo micro –léase a nivel institucional y nivel individual- con carácter transversal, intersectorial y transdisciplinario al interior de las FF.AA y de la propia

entidad estatal correspondiente de Gestión de Riesgos, para continuar fortaleciendo la calidad de las competencias del personal implicado, que permitan identificar y determinar las directrices que guíen los modos de actuación de las unidades militares en lo referente a: mitigar las amenazas, proporcionar seguridad y protección a la población, prestación de los primeros auxilios, guarda y custodia de los bienes e infraestructura tanto pública como privada, participando en forma activa en cada una de las fases del ciclo de gestión de riesgos. Además de contribuir activamente a potenciar la alianza estratégica FF.AA- entidad estatal correspondiente de Gestión de Riesgos.

## CONCLUSIONES

La Gestión de Riesgos es un proceso de vital importancia en el país, por lo que requiere de una labor cohesionada y coordinada de las diferentes instituciones intervinientes con énfasis en la FF.AA, por el rol protagónico que esta desempeña en cada una de las fases del ciclo de Gestión de Riesgos, por lo que se hace necesario la capacitación constante y actualización en la temática de modo permanente de sus miembros.

La intervención de las FF. AA. en apoyo a la gestión de riesgos, es regida por un marco constitucional y requerimientos legales, que guían su accionar en el orden teórico-práctico. Apoyándose además en el trabajo transdisciplinar e intersectorial con instituciones gubernamentales y privadas.

Las Fuerzas Armadas cuenta con Recursos Humanos capacitados y entrenados para asumir un rol preponderante en cada una de las fases del ciclo de Gestión de Riesgos y así cumplir con las funciones que le han sido asignadas desde el marco constitucional y el resto de las entidades afines, no obstante se debe continuar profundizando en el tema de la prevención en los espacios formativos, de capacitación y medios logísticos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, E. and Toulkeridis, T., 2005: Volcano Cotopaxi, a hidden threat (in Spanish). COSUDE, CGVG-USFQ, ESPE, FOES, Quito. 52 pp.
- Aguilera, E., Pareschi, M. T., Rosi, M. and Zanchetta, G., 2004a: Risk from lahars in the northern valleys of Cotopaxi Volcano (Ecuador). *Natural Hazards*, 33(2): 161-189.
- Aguilera, E., Yépez, W. and Toulkeridis, T., 2004b: Early alert system for lahars of the volcano Cotopaxi (Ecuador). IAVCEI General assembly 2004, Pucón, Chile.
- Albert, M. (2013). *La Investigación Educativa. Claves Teóricas*. España: Mc Graw Hill.
- Argoti Zambrano, M. (2017). El planeamiento de la defensa: un imperativo para la eficiencia del estado. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 141-148.
- Armada del Ecuador. (2015). Informe de avance de la reestructuración de la Armada del Ecuador. Quito: ADE.
- Arnbjörnsson, E., Arnbjörnsson, A., & Ólafsson, A. (1986). Thyroid cancer incidence in relation to volcanic activity. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 41(1), 36-40.
- Barberi, F., Coltelli, M., Ferrara, G., Innocenti, F., Navarro, J.M. and Santacroce, R., 1988: Plio-Quaternary volcanism in Ecuador. *Geol. Mag.*, 125: 1-14.
- Barberi, F., Coltelli, M., Ferrara, G., Innocenti, F., Navarro, J. M. and Santacroce, R., 1988: Plio-quaternary volcanism in Ecuador. *Geological Magazine*, 125, 1: 1-14.
- Barberi, F., Coltelli, M., Frullani, A., Rosi, M. and Almeida, E., 1995: Chronology and dispersal characteristics of recently (last 5000 years) erupted tephra of Cotopaxi (Ecuador): implications for long-term eruptive forecasting. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 69, 3: 217-239.
- Barberi, F., Coltelli, M., Frullani, A., Rosi, M. and Almeida, E., 1995: Chronology and dispersal characteristics of recently (last 5000 years) erupted tephra of Cotopaxi (Ecuador): implications for long-term eruptive forecasting. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 69, 3: 217-239.

- Barberi, F., Ghigliotti, M., Macedonio, G., Orellana, H., Pareschi, M. T. and Rosi, M., 1992: Volcanic hazard assessment of Guagua Pichincha (Ecuador) based on past behaviour and numerical models. *Journal of volcanology and geothermal research*, 49, 1: 53-68.
- Beauval, C., Yepes, H., Bakun, W. H., Egred, J., Alvarado, A. and Singaicho, J. C. (2010). Locations and magnitudes of historical earthquakes in the Sierra of Ecuador (1587–1996). *Geophysical Journal International*, 181(3), 1613-1633.
- Beck, S.L. and Ruff, L.J., 1984: The rupture process of the great 1979 Colombia earth-quake: evidence for the asperity model. *J.Geophys. Res.* 89: 9281–9291
- Berninghausen, W.H., 1962. Tsunamis reported from the west coast of South America 1562-1960. *Bull. of the Seismological Soc. of America*, 52 (4): 915-921.
- Berz, G. (1988). List of major natural disasters, 1960–1987. *Natural Hazards*, 1(1), 97-99.
- Boyd, H. (2013). *Exitos y prácticas. Investigación de mercados. Sexta Edición.* México: Pearsons.
- Bryant, J. A., Yogodzinski, G. M., Hall, M. L., Lewicki, J. L. and Bailey, D. G., 2006: Geochemical constraints on the origin of volcanic rocks from the Andean Northern Volcanic Zone, Ecuador. *Journal of Petrology*, 47, 6: 1147-1175.
- Celorio-Saltos, J.C., Garcia-Arias<sup>1</sup>, J.M., Guerra-Luque, A.B.,<sup>1</sup> Barragan-Aroca, G. and Toulkeridis, T., 2018: Vulnerability analysis based on tsunami hazards in Crucita, central coastal of Ecuador. *Science of Tsunami Hazards*, 38(3): 225-263.
- Cerca, M., Concha-Dimas, A. and Toulkeridis, T., 2005: Structural setting and emplacement model of the Cotopaxi Volcanic Complex, Ecuador: Preliminary results. *Reunion Annual de la Union Geofisica Mexicana, Puerta Vallarta, Mexico.*
- Cerca, M., Toulkeridis, T. and Concha-Dimas, A. 2005: First results about the structural setting and emplacement model of the Cotopaxi Volcanic Complex, Ecuador. *Chapman Conference on the Effects of Basement, Structure, and Stratigraphic Heritages on Volcano Behaviour, Taal Volcano, Tagaytay City, Philippines*, 36.
- Chunga, K. and Toulkeridis, T., 2014: First evidence of paleo-tsunami deposits of a major historic event in Ecuador. *Science of tsunami hazards*, 33: 55-69.
- Chunga, K., Toulkeridis, T., Vera-Grunauer, X., Gutierrez, M., Cahuana, N. And Alvarez, A., 2017: A review of earthquakes and tsunami records and characterization of capable faults on the northwestern coast of Ecuador. *Science of Tsunami Hazards*, 36: 100-127.
- Collot, J.-Y., Michaud, F., Legonidec, Y., Calahorrano, A., Sage, F., Alvarado, A. & el personal científico y técnico del INOCAR, 2005. *Mapas del margen continental centro y sur de Ecuador: Bathymetria, relieve, reflectividad acustica e interpretacion geologica*, Publicacion IOA - CVM- 04 - POST.
- Collot, J.Y., Marcaillou, B., Sage, F., Michaud, F., Agudelo, W., Charvis, P., Graindorge, D., Gutscher, M.A. and Spence, G., 2004. Are rupture zone limits of great subduction earthquakes controlled by upper plate structures? Evidence from multichannel seismic reflection data acquired across the northern Ecuador–southwest Colombia margin. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 109(B11).
- Colmenares, L., and Zoback, M. D., 2003: Stress field and seismotectonics of northern South America. *Geology*, 31, 8: 721-724.
- COMACO. (2016). *Información Institucional.* Quito: COMACO.
- Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas. (2010). *Plan estratégico Institucional 2010-2021.* Quito: Comité Editorial.
- Demoraes, F., & D’ercole, R. (2001). *Cartografía de riesgos y capacidades en el Ecuador. Mapa de amenazas, vulnerabilidad y capacidades en el Ecuador: Los desastres, un reto para el desarrollo.* Coopi, Oxfam Internacional, SIISE. Quito, Ecuador.
- Dumont, J. F., Santana, E. and Vilema, W., 2005: Morphologic evidence of active motion of the Zambapala Fault, Gulf of Guayaquil (Ecuador). *Geomorphology*, 65, 3: 223-239.
- Egbue, O. and Kellogg, J., 2010: Pleistocene to Present North Andean “escape”. *Tectonophysics* 489: 248-257.

- Engdahl, E.R. and Villasenor, A. (2002). Global Seismicity: 1900–1999, in *International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology, Part A, Chapter 41*, pp. 665–690, eds Lee, W.H.K., Kanamori, H., Jennings, P.C. and Kisslinger, C., Academic Press.
- Freytmuller, J.T., Kellogg, J.N. and Vega, V., 1993: Plate motions in the north Andean region. *J. Geophys. Res.*, 98: 21853–21863.
- Ganse, R. A., and Nelson, J. B. (1982). Catalog of significant earthquakes 2000 BC to 1979, including quantitative casualties and damage. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 72(3), 873–877.
- Gusiakov, V.K., 2005: Tsunami generation potential of different tsunamigenic regions in the Pacific. *Marine Geology*, 215, 1-2: 3-9.
- Gutscher, M.A., Malavieille, J.S.L. and Collot, J.-Y., 1999: Tectonic segmentation of the North Andean margin: impact of the Carnegie ridge collision. *Earth Planet. Sci. Lett.* 168: 255–270.
- Halama, R., Garbe-Schönberg, D., Savov, I.P., Schenk, V. and Toulkeridis, T., 2013: On the occurrence of vesuvianite-bearing dikes in HP-metamorphosed oceanic lithosphere and the role of vesuvianite during subduction. *Eur. J. Mineral.*, 25: 193-219.
- Hall, M. L., Samaniego, P., Le Pennec, J. L., and Johnson, J. B., 2008: Ecuadorian Andes volcanism: A review of Late Pliocene to present activity. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 176, 1: 1-6.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta Edición ed.). México: Editorial Mc Graw Hill.
- Housner, G. (1984). An historical view of earthquake engineering. *Revista de Ingeniería Sísmica*, (31), 1-16.
- Instituto Nacional de la Defensa. (2014). *La Seguridad y Defensa como parte del Desarrollo Integral del Estado Ecuatoriano*. Quito: INADE.
- Ioualalen, M., Ratzov, G., Collot, J. Y. and Sancelemente, E. (2011). The tsunami signature on a submerged promontory: the case study of the Atacames Promontory, Ecuador. *Geophysical Journal International*, 184(2), 680-688.
- Ioualalen, M., Ratzov, G., Collot, J.Y. and Sancelemente, E., 2011. The tsunami signature on a submerged promontory: the case study of the Atacames Promontory, Ecuador. *Geophysical Journal International*, 184(2), pp.680-688.
- Jha, A. K., Bloch, R., & Lamond, J. (2012). *Cities and flooding: a guide to integrated urban flood risk management for the 21st century*. The World Bank.
- Johnson, G. L. and Lowrie, A., 1972: Cocos and Carnegie Ridges result of the Galapagos “hot spot”?. *Earth and Planetary Science Letters*, 14, 2: 279-280.
- Johnston, D. M., Williams, S., Cole, J., Finnis, K. and Barnard, S., 2005: Impacts and management of recent Volcanic eruptions in Ecuador: lessons for New Zealand. *Institute of Geological & Nuclear Sciences*: 51pp
- Kahn, M. E. (2005). The death toll from natural disasters: the role of income, geography, and institutions. *Review of economics and statistics*, 87(2), 271-284.
- Kanamori, H. and McNally, K.C., 1982: Variable rupture mode of the subduction zone along the Ecuador–Colombia coast. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 72 (4): 1241–1253.
- Kanamori, H. and McNally, K.C., 1982. Variable rupture mode of the subduction zone along the Ecuador–Colombia coast. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 72(4): 1241-1253.
- Kelleher, J.A., 1972: Ruptures zones of large South American earthquakes and some predictions. *Journal of Geophysical Research*, 77, 11: 2087-2103.
- Kellogg, J.N. and Vega, V., 1995: Tectonic development of Panama, Costa Rica and the Colombian Andes: Constraints from Global Positioning System geodetic studies and gravity. *Geol. Soc. Am. Special Paper* 295, 75–90.
- Massonne, H.J. and Toulkeridis, T., 2012: Widespread relics of high-pressure metamorphism confirm major terrane accretion in Ecuador: a new example from the Northern Andes. *Int. Geol. Rev.*, 54, 1: 67-80.

- 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
- Matheus-Medina, A.S., Toulkeridis, T., Padilla-Almeida, O., Cruz-D'Howitt, M. and Chunga, K., 2018: Evaluation of the tsunami vulnerability in the coastal Ecuadorian tourist centers of the peninsulas of Bahía de Caráquez and Salinas. *Science of Tsunami Hazards*, 38(3): 175-209.
- Mato, F. and Toulkeridis, T., 2018: An unsupervised K-means based clustering method for geophysical post-earthquake diagnosis. 2017 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI). 1-8
- McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology* (Vol. 17, No. 22, pp. 179-183). Boston, MA: American Meteorological Society.
- MéGard, F., 1987: Cordilleran Andes and Marginal Andes: a Review of Andean Geology North of the Arica Elbow (18 (S. Circum-Pacific Orogenic Belts and Evolution of the Pacific Ocean Basin: 71-95).
- Michetti A.M., Esposito E., Guerrieri L., Porfido S., Serva L., Tatevossian R., Vittori E., Audemard F., Azuma T., Clague J., Comerci V., Gürpınar A., McCalpin J., Mohammadioun B., Mörner N.A., Ota Y. and Rogozhin E., 2007: Intensity Scale ESI 2007. La Scala di Intensità ESI 2007, ed. L. Guerrieri e E. Vittori (Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, vol.74, Servizio Geologico d'Italia – Dipartimento Difesa del Suolo, APAT), Roma, [http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/-INQUA\\_Scale/](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/-INQUA_Scale/).
- Newhall, C. G., & Self, S. (1982). The volcanic explosivity index (VEI) an estimate of explosive magnitude for historical volcanism. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 87(C2), 1231-1238.
- Padrón, E., Hernández, P.A., Marrero, R., Melián, G., Toulkeridis, T., Pérez, N.M., Virgili, G. and Notsu, K., 2008: Diffuse CO2 emission rate from the lake-filled Cuicocha and Pululagua calderas, Ecuador. *Journal of Volcanology and Geothermal Research (Special Volume on Continental Ecuador volcanoes)*, 176: 163-169.
- Padrón, E., Hernández, P.A., Pérez, N.M., Toulkeridis, T., Melián, G., Barrancos, J., Virgili, G., Sumino H. and Notsu, K., 2012: Fumarole/plume and diffuse CO2 emission from Sierra Negra volcano, Galapagos archipelago. *Bull. Of Volcanol.*, 74: 1509-1519.
- Pararas-Carayannis, G. 1980: The Earthquake and Tsunami of December 12, 1979, in Colombia. Intern. Tsunami Information Center Report, Abstracted article in *Tsunami Newsletter*, Vol. XIII, No. 1.
- Pararas-Carayannis, G., 1967: A study of the source mechanism of the Alaska earthquake and tsunami of March 27, 1964: Part I, Water waves. *Pacific Science*, 21: 301-310.
- Pararas-Carayannis, G., 2006: The potential of tsunami generation along the Makran Subduction Zone in the northern Arabian Sea: Case study: The earthquake and tsunami of November 28, 1945. *Science of Tsunami Hazards*, 24(5): 358-384.
- Pararas-Carayannis, G., 2010: The earthquake and tsunami of 27 February 2010 in Chile—Evaluation of source mechanism and of near and far-field tsunami effects. *Science of Tsunami Hazards*, 29, 2: 96-126.
- Pararas-Carayannis, G., 2012: Potential of tsunami generation along the Colombia/Ecuador subduction margin and the Dolores-Guayaquil Mega-Thrust. *Science of Tsunami Hazards*, 31, 3: 209-230.
- Pararas-Carayannis, G., 2014. The Great Tohoku-Oki earthquake and tsunami of March 11, 2011 in Japan: A critical review and evaluation of the tsunami source mechanism. *Pure and applied geophysics*, 171(12): 3257-3278.
- Pontoise, B. and Monfret, T. (2004). Shallow seismogenic zone detected from an offshore onshore temporary seismic network in the Esmeraldas area (northern Ecuador). *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 5(2).
- Ramos, V. A., 2009: Anatomy and global context of the Andes: Main geologic features and the Andean orogenic cycle. *Geological Society of America Memoirs*, 204: 31-65.

- Ratzov, G., Collot, J. Y., Sosson, M. and Migeon, S. (2010). Mass-transport deposits in the northern Ecuador subduction trench: Result of frontal erosion over multiple seismic cycles. *Earth and Planetary Science Letters*, 296(1), 89-102.
- Ratzov, G., Collot, J. Y., Sosson, M. and Migeon, S. (2010). Mass-transport deposits in the northern Ecuador subduction trench: Result of frontal erosion over multiple seismic cycles. *Earth and Planetary Science Letters*, 296(1), 89-102.
- Ratzov, G., Sosson, M., Collot, J. Y., Migeon, S., Michaud, F., Lopez, E. and Le Gonidec, Y. (2007). Submarine landslides along the North Ecuador–South Colombia convergent margin: possible tectonic control. In *Submarine Mass Movements and Their Consequences*. Springer Netherlands: 47-55
- Ridolfi, F., Puerini, M., Renzulli, A., Menna, M. and Toulkeridis, T., 2008: The magmatic feeding system of El Reventador volcano (Sub-Andean zone, Ecuador) constrained by mineralogy, textures and geothermobarometry of the 2002 erupted products. *Journal of Volcanology and Geothermal Research (Special Volume on Continental Ecuador volcanoes)*, 176: 94-106.
- Rodríguez Espinosa, F., Toulkeridis, T., Salazar Martínez, R., Cueva Girón, J., Taípe 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. *Science of tsunami hazards*, 36: 293-306.
- 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. *Science of tsunami hazards*, 35, 1: 18-35.
- Rodríguez, F., Toulkeridis, T., Padilla, O. and Mato, F., 2017a: Economic risk assessment of Cotopaxi volcano Ecuador in case of a future lahar emplacement. *Natural Hazards*, 85, (1): 605- 618.
- Rodríguez, F., Toulkeridis, T., Padilla, O. and Mato, F., 2017b: Erratum to: Economic risk assessment of Cotopaxi volcano Ecuador in case of a future lahar emplacement. *Natural Hazards*, 85, (1): 619-620.
- Rudolph E. and Szirtes S., 1911: Das kolumbianische Erdbeben am 31 Januar 1906, *Gerlands Beitr. z. Geophysik*, 2: 132- 275.
- Schuster, R. L., Nieto Thomas, A. S., O'Rourke, T. D., Crespo, E. and Plaza-Nieto, G. (1996). Mass wasting triggered by the 5 March 1987 Ecuador earthquakes. *Engineering geology*, 42(1), 1-23.
- Shepperd, G.L. and Moberly, R., 1981: Coastal structure of the continental margin, northwest Peru and southwest Ecuador. *Geological Society of America Memoirs*, 154: 351-392,
- Swenson, J.L. and Beck, S.L., 1996: Historical 1942 Ecuador and 1942 Peru subduction earthquakes, and earthquake cycles along Colombia–Ecuador and Peru subduction segments. *Pure Appl. Geophys.* 146 (1): 67–101.
- Tibaldi, A., Ferrari, L. and Pasquare, G. (1995). Landslides triggered by earthquakes and their relations with faults and mountain slope geometry: an example from Ecuador. *Geomorphology*, 11(3), 215-226.
- Toulkeridis, T. (editor), 2015a: *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. (editor), 2015b: *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. and Aguilera, E., 2003: The avoidable disaster of Cotopaxi, Ecuador. *Cities On Volcanoes 3 (COV3)*, Hawaii, USA: 134.
- Toulkeridis, T. and Aguilera, E., 2004: The sum of all fears: Ecuador's Cotopaxi - Prevention versus Prediction. IAVCEI General assembly 2004, Pucón, Chile.
- Toulkeridis, T. y Artieda Heredia, J.P., 2018: SHARON Y EL COTOPAXI O LAS RESPONSABILIDADES DEL "15A15". *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, Vol. III, No. 2: 212-242.

- Toulkeridis, T., 2005: Cotopaxi – Una belleza fatal. Documentary, 56 minutes. [https://www.youtube.com/watch?v=8Q86QpUuNx&list=PL4c1zlw7c\\_2uLL1phcTpH66rEehjxA9n7](https://www.youtube.com/watch?v=8Q86QpUuNx&list=PL4c1zlw7c_2uLL1phcTpH66rEehjxA9n7)
- Toulkeridis, T., 2006: New, efficient educative prevention for Ecuador's volcano Cotopaxi. *Cities On Volcanoes 4 (COV4)*, Quito, Ecuador: 142.
- Toulkeridis, T., 2007: The Summer 2006 Volcanic Crisis of Tungurahua, Ecuador: No Lessons Learned. In *AGU Spring Meeting Abstracts*, 1: 02.
- Toulkeridis, T., 2007: Volcanic crisis in Ecuador 1998-2007: Unprepared public versus unprepared authorities – some lessons learned. *Japan 2 Cities On Volcanoes 4 (COV5)*, Shimabara, Japan, p.116.
- Toulkeridis, T., 2010: Volcanic Hazard Preparedness in Ecuador. *Cities On Volcanoes 6 (COV6)*, Tenerife, Spain: 228 (May-June 2010)
- Toulkeridis, T., 2011: Volcanic Galápagos Volcánico. *Ediecuatorial*, Quito, Ecuador: 364 pp
- Toulkeridis, T., 2012: State of Volcanic Hazard Preparedness in Ecuador 2007-2012. *Cities On Volcanoes 7 (COV7)*, Colima, Mexico.
- Toulkeridis, T., 2013: Volcanes Activos Ecuador. Santa Rita, Quito, Ecuador: 152 pp
- Toulkeridis, T., Arroyo, C.R., Cruz D'Howitt, M., Debut, A., Vaca, A.V., Cumbal, L., Mato, F. and Aguilera, E., 2015c: 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., Buchwaldt, R. and Addison, A., 2007: When Volcanoes Threaten, Scientists Warn. *Geotimes*, 52: 36-39.
- 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 16<sup>th</sup> April 2016 in Ecuador - Seismic evaluation, geological field survey and economic implications. *Science of tsunami hazards*, 36: 197-242.
- Toulkeridis, T., Mato, F., Toulkeridis-Estrella, K., Perez Salinas, J.C., Tapia, S. and Fuertes, W., 2018: Real-Time Radioactive Precursor of the April 16, 2016 Mw 7.8 Earthquake and Tsunami in Ecuador. *Science of tsunami hazards*, 37: 34-48.
- 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., 2017b: Contrasting results of potential tsunami hazards in Muisne, central coast of Ecuador. *Science of tsunami hazards*, 36: 13-40
- Trenberth, K. E. (1997). The definition of el nino. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(12), 2771-2778.
- USGS (United States Geological Service), 2016a: Historic Earthquakes, 1906 January 31<sup>st</sup>. ([http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/events/1906\\_01\\_31.php](http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/events/1906_01_31.php))
- USGS (United States Geological Service), 2016b: M7.8 - 29km SSE of Muisne, Ecuador.<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us20005j32#general>
- USGS/NEIC (United States Geological Survey/National Earthquake Information Center) (2018). Search Earthquake catalogue, <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>
- Vaca, A. V., Arroyo, C. R., Debut, A., Toulkeridis, T., Cumbal, L., Mato, F., Cruz D'Howitt, M. & Aguilera, E. (2016). Characterization of Fine-grained Material Ejected by the Cotopaxi Volcano Employing X-ray Diffraction and Electron Diffraction Scattering Techniques. *Biology and Medicine*, 8(3), 1.
- Vaca, V.A., Arroyo, R.C., Debut, A. and Toulkeridis, T., 2016a: The 2015 Volcanic Activity of Cotopaxi Volcano Ash Data Set, Vol I 22.08-10.09.2015. Imprenta ESPE, Sangolquí, Ecuador: 214pp
- Vaca, V.A., Arroyo, R.C., Debut, A. and Toulkeridis, T., 2016b: The 2015 Volcanic Activity of Cotopaxi Volcano Ash Data Set, Vol II 11.09-23.09.2015. Imprenta ESPE, Sangolquí, Ecuador: 214pp.
- Vaca, V.A., Arroyo, R.C., Debut, A. and Toulkeridis, T., 2016c: The 2015 Volcanic Activity of Cotopaxi Volcano Ash Data Set, Vol III 24.09-23.10.2015. Imprenta ESPE, Sangolquí, Ecuador: 210pp.
- Vaca, V.A., Arroyo, R.C., Debut, A. and Toulkeridis, T., 2016d: The 2015 Volcanic Activity of Cotopaxi Volcano Ash Data Set, Vol VI 11 24.10-19.11.2015. Imprenta ESPE, Sangolquí, Ecuador: 220.

- Villafán, A. (1ro de junio de 2015). La importancia de la prevención ante fenómenos meteorológicos. Obtenido de [www.conacytprensa.mx](http://www.conacytprensa.mx): <http://www.conacytprensa.mx>
- Werner, R., Hoernle, K., Barckhausen, U. and Hauff, F., 2003: Geodynamic evolution of the Galápagos hot spot system (Central East Pacific) over the past 20 my: Constraints from morphology, geochemistry, and magnetic anomalies. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 4,12.
- Ye, L., Kanamori, H., Avouac, J. P., Li, L., Cheung, K. F., and Lay, T. (2016). The 16 April 2016, M W 7.8 (M S 7.5) Ecuador earthquake: A quasi-repeat of the 1942 M S 7.5 earthquake and partial re-rupture of the 1906 M S 8.6 Colombia–Ecuador earthquake. *Earth and Planetary Science Letters*, 454, 248-258.