

EL SISTEMA DE SEGURIDAD EN EL G.A.E 45 “PICHINCHA” UBICADO EN LABALBINA, PROVINCIA DE PICHINCHA FRENTE A AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL”

Danilo Gonzalo Garcés Medina* y Theofilos Toulkeridis

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

*Autor de correspondencia: garcesdanilo@hotmail.com

Recibido: 2 de septiembre de 2017 / Aceptado: 30 de septiembre de 2017

Resumen

Este proyecto proporciona al G.A.E 45 “Pichincha” información científica de los riesgos de origen natural a los que se encuentra expuesto tanto las instalaciones, personal y equipo de apoyo así como las operaciones de vuelo que día a día desarrollan a lo largo del territorio nacional y que son de fundamental importancia para el Ejército, la sociedad en general especialmente los más necesitados y para el Estado Ecuatoriano. Esta información le permitirá al G.A.E 45 “Pichincha” actualizar los planes de evacuación de aeronaves ante contingencias de una manera efectiva y sobre todo garantizará la continuidad de las operaciones aéreas, ante dos riesgos latentes que son los sismos y la actividad volcánica, ya que las instalaciones del grupo aéreo están ubicadas en un zona de muy alta actividad sísmica y también los cinco volcanes en proceso de erupción representan un riesgo muy elevado para las operaciones aéreas. El proyecto está sustentado por criterios técnicos del Manual de gestión de la seguridad operacional y La seguridad de vuelo y las cenizas volcánicas de organizaciones como la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) además por el trabajo de campo realizado, a fin de ser aplicado e implementado para reducir el porcentaje de accidentes y mantener los niveles de riesgo aceptable en las operaciones de helicópteros del G.A.E 45 “Pichincha”.

Palabras clave: Riesgos de origen natural, G.A.E 45 “Pichincha”, seguridad operacional, ceniza volcánica, riesgo aceptable.

Abstract

This current study provides scientific information about the risks and hazards of natural origin to the GAE 45 “Pichincha”. These hazards threaten the exposed infrastructure, the personnel and support equipment as well as the day-to-day flight operations developed along the national territory and which are of fundamental importance for the Army, the society and most needy people as well as for the Ecuadorian State. The obtained information will allow the GAE 45 “Pichincha” to update the evacuation plans for aircrafts due to contingencies in an effective way and enabling the continuity of air operations, facing seismic and volcanic activity. The infrastructure of the aerial group is located in a zone of very high seismic activity as well as in the vicinity of five active volcanoes, demonstrating a very high risk for the air operations. The project is sustained by technical criteria of the Safety Management Manual, Flight Safety Manual and Volcanic Ashes Manual of organizations such as the International Civil Aviation Organization (ICAO), in addition to the realized field work. The application and implementation of the obtained results will allow to reduce the percentage of potential accidents and maintain the acceptable risk levels in the helicopter operations of the GAE 45 “Pichincha”.

Key words: Natural hazards, G.A.E 45 “Pichincha”, operational security, volcanic ash, acceptable risk.

INTRODUCCIÓN

El mundo entero ha sufrido los embates de la naturaleza entre los que podemos mencionar: huracanes, tsunamis, erupciones volcánicas, terremotos, deslizamientos de tierra, entre otros con diferentes intensidades y con consecuencias muchas veces nefastas para la población, infraestructura y otros medios, así como impactos muy significativos en la aviación mundial, es así como el 15 de diciembre de 1989, el vuelo 867 de la aerolínea neerlandesa KLM tuvo un incidente, el cual fue investigado a detalle y una parte de la investigación es la siguiente: “Durante su descenso a 25 000 pies (~7,5 km), la aeronave pasó por una espesa nube volcánica, como resultado de lo cual tanto la cabina de mando como la de pasajeros se llenaron de gases y cenizas. Pensando que podrían subir por encima de la nube, los pilotos aumentaron la potencia a las turbinas, pero la ingestión de cenizas disminuyó en seguida la potencia de los cuatro motores a menos de la velocidad de ralentí. Mientras el avión perdía altitud, la tripulación trabajó desesperadamente para re arrancar los motores hasta que finalmente lograron poner en marcha dos de ellos” (Junta Nacional de Seguridad en el Transporte (National Transportation Safety Board, 1989)

Las consecuencias que se hubieran presentado al convertirse en accidente serían nefastas ya que en este vuelo viajaban 231 pasajeros y 14 tripulantes en donde la vida humana no tiene costo y las consecuencias sociales son incalculables por lo que los riesgos de origen natural afectan considerablemente al ámbito aeronáutico. En el Ecuador en el año 2015 se reactivó el proceso eruptivo del volcán Cotopaxi con la presencia de ceniza volcánica que afectaba a la población, sembríos, animales, fuentes de agua y a la aviación en general por lo que la Dirección General de Aviación Civil como una manera de minimizar el riesgo implementó el 01 de septiembre de 2015 una nueva aerovía “temporal” denominada W23/UW23 con la finalidad de evitar la ceniza volcánica y permitir la continuidad de las operaciones aéreas.

El G.A.E 45 “Pichincha” es una unidad aérea que cuenta helicópteros multipropósitos que cumplen varias misiones a lo largo del territorio ecuatoriano y se encuentra ubicado en la Provincia de Pichincha, cantón Quito entre las parroquias Sangolquí y Amaguaña en el sector la Balbina, su ubicación estratégica en la sierra centro norte permite la movilidad en las tres regiones del Ecuador (Costa, Sierra y Amazonía). El vuelo hacia los distintos destinos se lo ejecuta a través de rutas aéreas que están establecidas a través de los diferentes valles tanto para vuelos Sierra – Costa, Sierra – Amazonía o viceversa y a la vez las instalaciones del G.A.E 45 “Pichincha” se convierten en un punto estratégico para reabastecimiento de combustible de los helicópteros que se trasladan desde la Costa hacia la Amazonía o viceversa, por esto y para garantizar la seguridad operacional se han establecido rutas seguras por las cuales las tripulaciones deben ejecutar los vuelos mediante la carta militar de vuelo visual para helicópteros.

Si las instalaciones, medios y equipos del G.A.E 45 “Pichincha” así como las rutas aéreas pre establecidas de entrada y salida se encuentran amenazadas por riesgos de origen natural las operaciones aéreas y de mantenimiento serán afectadas e incidiría directamente a los usuarios de los medios aéreos que son el Gobierno Nacional, la ciudadanía que vive en lugares más apartados donde no existen carreteras, población que sufre los embates de la naturaleza, personal militar que presta sus servicios en unidades donde solo ingresan medios aéreos. La seguridad externa también sería afectada al no contar con helicópteros para el ingreso de equipos de combate que patrullen el límite político internacional.

Es así como se visualiza un problema en el G.A.E 45 “Pichincha” que no cuenta con un plan de emergencias y con alternativas que permita la continuidad de las operaciones frente a amenazas de origen natural.



Figura 1 Carta militar de vuelo visual para helicópteros

La presente investigación se desarrolló en el Grupo de Aviación del Ejército No. 45 “Pichincha”, ubicado en la Provincia de Pichincha, cantón Quito entre las parroquias Sangolquí y Amaguaña en el sector la Balbina. Se proporcionará información científica de las amenazas de origen natural y sus áreas de influencia que pueden afectar las operaciones aéreas del G.A.E 45 “Pichincha” a fin de garantizar la seguridad operacional.

CONTEXTO Y ESTADO DE ARTE

A nivel mundial se han elaborado Planes de Emergencia para distintos aeropuertos que presentan diferentes riesgos, construcciones, número de personas, etc, es decir cada plan tiene su particularidad para que sea efectivo en el caso de ser aplicado. La propuesta de plan de emergencia del Aeropuerto Dr. Jiménez Cantú de Atizapán de Zaragoza en México contiene acciones pertinentes para hacer cara a una emergencia/contingencia que pueda ocurrir dentro del aeropuerto o sus cercanías, tratando de reducir a un mínimo sus consecuencias a salvaguardar las vidas de personas y la continuidad de las operaciones aeronáuticas, procurando que sea posible la preservación de las aeronaves y los bienes existentes en el aeropuerto para lo cual establecen responsabilidades y procedimientos de todos los que participarían, en este plan hacen referencia a riesgos como accidentes de aeronaves, incendios en aeronaves en vuelo o tierra, incendio en



Figura 2 Ubicación del G.A.E 45 “Pichincha”

las instalaciones, equipos, tanques de combustible, etc, muerte de pasajeros en las aeronaves, ataques por bomba pero no hacen mención a riesgos de origen natural que pueden afectar la operación. (Macías Silva & Méndez Rosales, 2010).

El Plan de atención de Emergencias aéreas y atención de contingencias del Aeropuerto Internacional Tobías Bolaños Palma en Costa Rica tiene como objetivo primordial, establecer líneas de acción y procedimientos que permitan enfrentar debidamente los riesgos inherentes derivados, tanto de las operaciones aeronáuticas, como de las distintas actividades complementarias a través de un esquema de previsión, coordinación y actuación de las diferentes instituciones y dependencias involucradas, que les facilite generar una respuesta rápida y una conveniente movilización de los recursos existentes, sin alterar las acciones cotidianas de cada institución, mediante un sistema adecuado de información y de administración de los recursos disponibles, para lo cual ha identificado riesgos naturales, riesgos técnicos o tecnológicos y factores humanos. Dentro de los riesgos naturales han identificado nieblas, fuertes lluvias, vientos, tormentas, tornados, inundaciones, derrumbes, hundimientos, incendios forestales, etc., es decir cada aeropuerto tiene su particularidad comparándolo con nuestro país en el que los riesgos de erupciones volcánicas y sismos son altos. (Administración Aeropuerto Internacional Tobías Bolaños, 2013).

Una vez analizados los planes de emergencia a nivel mundial en los que se ha mencionado que cada país, cada ciudad, cada aeropuerto tiene su particularidad y los riesgos a los que están expuestos son diferentes, a continuación procedo analizar el Plan de Contingencia del Aeropuerto Internacional Cotopaxi localizado en la zona centro del Ecuador en el que se plantea como objetivo fundamental el reducir riesgos contra servidores, usuarios y bienes, también se orienta en otro eje fundamental que son las enfermedades profesionales, incidentes y accidentes de trabajo y finalmente se fundamenta teóricamente en el enfoque humanista de Frederick Herzberg que se basa en los factores extrínsecos e intrínsecos en tres ejes fundamentales: plan de contingencia, riesgos laborales y equipos de protección personal. Los tipos de emergencia que considera son erupción volcánica, derrumbes, explosión, incendios, y terremotos o sismos. Dentro de la erupción volcánica ha considerado la posibilidad de erupción de los volcanes Cotopaxi y Tungurahua.

Tabla 1 Riesgos naturales a los que están expuestos las unidades militares de la Fuerza Aérea Ecuatoriana

ORD	UNIDAD MILITAR	UBICACIÓN	RIESGOS NATURALES
01	Ala de Combate No. 21	Taura	Inundaciones e incendios forestales
02	Ala de Combate No. 22	Guayaquil	Terremoto, inundaciones, erupciones volcánicas e incendios.
03	Ala de Combate No. 23	Manta	Tsunamis, Inundaciones, Incendios Forestales, Erupciones Volcánicas.
04	Escuela Superior Militar de Aviación “Cosme Rennella B. ESMA”	Salinas	Tsunamis, terremotos e inundaciones

Puedo concluir que por ser un aeropuerto ubicado cerca de la Balbina los riesgos posiblemente pueden ser muy similares, pero el grado de afectación será diferentes, además en este plan no se ha tomado en consideración la evacuación de aeronaves, posiblemente porque no son activos del aeropuerto y no está dentro de sus responsabilidades. (Caizapanta Rodríguez, 2012).

Otra investigación es la tesina realizada por el señor Byron Villamarín C. titulada “MANUAL DE GESTIÓN DE RIESGOS NATURALES Y ANTRÓPICOS PARA LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA” en la que realiza el análisis de vulnerabilidades de los repartos de la Fuerza Aérea y resumo en la tabla 1.

En la investigación hace constar las actividades a desarrollarse antes, durante y después de cada uno de los eventos, pero no existe un plan de evacuación de aeronaves o un plan de continuidad de las operaciones aéreas (Villamarín, 2013). La Organización de Aviación Civil Internacional publica el Manual de Gestión de Seguridad Operacional y en el capítulo seis define la gestión de riesgos como la identificación, análisis y eliminación (o mitigación a un nivel aceptable o tolerable) de los peligros, y los consiguientes riesgos, que amenazan la viabilidad de una organización. La gestión del riesgo facilita el equilibrio entre los riesgos evaluados y la mitigación viable de los riesgos.

Desde el punto de vista administrativo es el proceso de planificar, organizar, dirigir los recursos y actividades de una organización, para minimizar los efectos adversos de los eventos de siniestro al menor coste posible. Desde el punto de vista de toma de decisiones es el proceso que tiene una secuencia lógica: identificación, análisis, evaluación y control/mitigación del riesgo. Así, el objetivo básico es minimizar los efectos adversos de los eventos de siniestro que afecten a una organización al menor coste posible. Los objetivos operativos es mantener a la organización en el marco de la legislación de la prevención y protección, aminorar la inseguridad de las operaciones de la empresa hasta límites tolerables y mejorar, haciéndolas más seguras, las condiciones de trabajo del personal.

ACTIVIDAD VOLCÁNICA

El arco volcánico ecuatoriano forma parte de la Zona Volcánica Norte de los Andes (NVZ), que se extiende desde los 5° N (volcán Cerro Bravo, en Colombia) hasta los 2° S (volcán Sangay, en Ecuador) (Barberi et al., 1988). Al sur del Sangay no existen volcanes activos en Los Andes hasta la región de Arequipa, en Perú. El volcanismo en los Andes ecuatorianos es el resultado de la subducción de la placa oceánica de Nazca bajo la placa continental de América del Sur.

Tabla 2 Principales volcanes activos del Ecuador

Nombre del Volcán	Max IEV	Última Erupción
Antisana	2	1802
Cerro Negro de Mayasquer	2	intranquilidad
Chiles	2	intranquilidad
Chachimbiro	2	3200±20 AC
Imbabura	2	5500±500 AC
Sangay	3	2017
Cayambe	4	1785
Chimborazo	4	550±150
Reventador	4	2017
Niñahuilca	5	320±16 AC
Guagua 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 ?
Pululahua	6	290 AC
Chalupas	7	18,000 AC?

La placa oceánica de Nazca tiene una edad de entre 12 y 20 millones de años (Ma) frente a las costas ecuatorianas e incluye a la Cordillera submarina de Carnegie. Esta cordillera de origen volcánico, es producto de la actividad del punto caliente de Galápagos sobre la placa Nazca. El arco volcánico ecuatoriano se caracteriza por ser muy ancho (100-120 km) y presentar varias filas paralelas de volcanes... (<https://sites.google.com>, 2017). Ecuador entonces posee más o menos 250 volcanes, la mayoría extintos (ej. Panecillo, el Corazón, etc) y ellos son productos de seducciones de diferentes placas oceanicas ya desaparecidas. En los últimos 10.000 años, 250 volcanes en América Latina y el Caribe han erupcionado casi 1300 veces (Toulkeridis, 2015).

Actualmente los volcanes del Ecuador son observados y monitoreados con diversas tecnologías por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional por medio de observatorios de acuerdo a niveles de vigilancia según la actividad sísmica de los volcanes.

CENIZA VOLCÁNICA

Las cenizas volcánicas se componen fundamentalmente de partículas vítreas duras y afiladas y rocas pulverizadas. Son muy abrasivas y, como están compuestas en gran medida de materiales silíceos, su temperatura de fusión está por debajo de la temperatura de funcionamiento de los motores de reacción modernos al empuje de crucero. La nube de cenizas volcánicas puede estar acompañada de soluciones gaseosas de dióxido de azufre (que, al combinarse con agua, forman ácido sulfúrico), cloro (que, al combinarse con agua, forma ácido clorhídrico) y otras sustancias químicas que son corrosivas para la célula de la aeronave y peligrosas para la salud. Por lo tanto, es evidente que las cenizas volcánicas en la atmósfera pueden representar un peligro grave para las aeronaves en vuelo. Así, las aeronaves deberían evitar encuentros con cenizas volcánicas (Organización de Aviación Civil Internacional, 2012).

Las regiones naturales del Ecuador Continental son Costa, Sierra y Oriente; los helicópteros del G.A.E 45 “PICHINCHA” realizan las operaciones aéreas en condiciones visuales e instrumentales pero debido a la geografía del terreno, altitud de las aerovías y a las condiciones de las aeronaves el vuelo instrumental se lo realiza en las regiones Costa y Oriente y el vuelo visual en la Región Sierra. En condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC) diurnas, es probable que el precursor de un encuentro con cenizas volcánicas sea la observación de calima o nube de cenizas volcánicas, es importante recalcar los vuelos visuales en la Sierra ya que los pilotos de helicópteros jamás deberán volar en condiciones instrumentales y por tal razón podrán observar y sentir la presencia de ceniza volcánica fundamentalmente con el olor, presencia de calima o polvo en las superficies, modificación de las condiciones de los motores, variación de la velocidad aerodinámica. Las consecuencias con cenizas volcánicas pueden ser muy perjudicial para los helicópteros. En la siguiente se ofrecen ejemplos de lo que puede afectar:

La seguridad operacional inmediata de una aeronave:

- Falla o el mal funcionamiento de uno o dos motores.
- Fallas en los sistemas eléctricos, neumáticos e hidráulicos.
- Obstrucción de los sensores de Pitot y estáticos.
- Oscurecimiento parcial o total de los parabrisas.
- Contaminación del aire de la cabina, por lo que la tripulación debe usar máscaras de oxígeno.

La seguridad operacional y los costos a más largo plazo que afectan al funcionamiento de la aeronave:

- Erosión de los componentes externos de la aeronave.
- Reducción de la eficiencia del enfriamiento electrónico.
- Depósitos de ceniza volcánica en las pistas de aterrizaje.

DIRECCIONES DEL VIENTO CARGADAS DE CENIZA VOLCÁNICA

En los últimos 17 años, los dos principales aeropuertos internacionales de Quito y Guayaquil, así como los aeropuertos de Latacunga, Ambato, Riobamba, Manta, Portoviejo, Salinas e incluso Cuenca fueron cerradas hasta por una semana, debido a la presencia de la ceniza en la atmósfera como resultado de la actividad de cinco volcanes que son: Sangay (con actividad permanente

pero con más alta, la intensidad registrada en 2004-2011, 2013 y 2016), Guagua Pichincha (1999-2001 y 2009), Reventador (2002 a 2016 con importantes interrupciones), Tungurahua (1999-2016 con menos interrupciones) y Cotopaxi (desde el 2015 hasta la presente fecha).

El objetivo principal de este estudio es analizar las direcciones del viento con nubes cargadas con cenizas volcánicas en los últimos 17 años, teniendo en cuenta las diferentes estaciones del año con el fin de ser capaz de predecir con una mayor probabilidad las rutas de este tipo de nubes de cenizas. Por lo tanto, las siguientes estadísticas se presentan como una herramienta importante en el establecimiento de planes de contingencia y de emergencia para la seguridad de las operaciones aéreas.

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE CENIZA VOLCÁNICA

Se realizó un análisis detallado de los riesgos de ceniza volcánica, que se lo puede ejecutar a través de un proceso de tres etapas que consiste en lo siguiente:

- Identificar el peligro genérico (También conocido como peligro de máximo nivel). Ejemplo: Ceniza volcánica.
- Identificar peligros específicos o componentes específicos del peligro genérico. Ejemplo: Volar hacia una zona con ceniza volcánica.
- Relacionar peligros específicos con consecuencias específicas. Ejemplo: daños en las turbinas de las aeronaves.

Una vez confirmada la presencia de peligros para la seguridad operacional, es necesario algún tipo de análisis para evaluar el potencial de perjuicios o daños. La evaluación de riesgos supone considerar tanto la probabilidad como la gravedad de toda consecuencia perjudicial; en otras palabras, se determina el potencial de pérdidas. La evaluación del riesgo involucra la comparación del nivel de riesgo encontrado durante el proceso de análisis con criterios de riesgo previamente establecidos sean estos cualitativos o cuantitativos. El resultado de una evaluación del riesgo es una lista priorizada de riesgos para tomar acciones posteriores. Si los riesgos resultantes encajan en las categorías de riesgo bajo o aceptable, pueden aceptarse o asumirse. Si no encajan deben tratarse utilizando varias opciones existentes. El método de Análisis y Evaluación de Riesgos es el proceso por el cual se realiza una valoración y ponderación -cualitativa y cuantitativa- de los factores de riesgo que inciden en una determinada actividad, teniendo en cuenta los parámetros especificados.

En la figura 33 podemos encontrar varios métodos que podemos aplicar según las necesidades y conveniencia.

Hay muchos modos, algunos más formales que otros, de enfocar los aspectos analíticos de la evaluación de riesgos. En el caso de algunos riesgos, el número de variables y el disponer de datos apropiados y modelos matemáticos pueden conducir a resultados verosímiles con métodos cuantitativos (que requieren el análisis matemático de datos específicos). Sin embargo, pocos peligros en la aviación se prestan a análisis verosímiles con sólo métodos numéricos. Típicamente, estos análisis se complementan cualitativamente por medio de análisis críticos y lógicos de los hechos conocidos y sus relaciones.

MÉTODO MARÍ

El método MARÍ es típicamente empleada por los técnicos de prevención para realizar el análisis y evaluación de riesgos de los puestos de trabajo y de las instalaciones generales de las

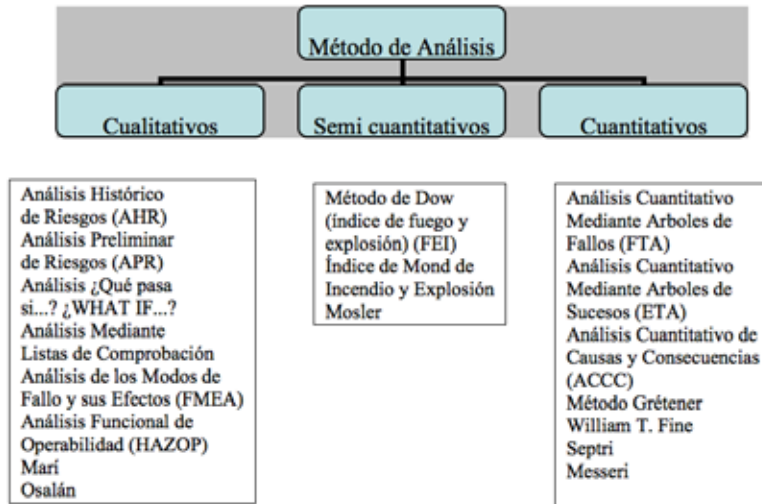


Figura 33 Métodos de análisis y evaluación del riesgo. Fuente: Oscar Paredes Muñoz

empresas. En este método la identificación del nivel de riesgo se realiza a través de una tabla de doble entrada en una matriz de 5 x 5, en la cual distinguimos dos partes claramente diferenciadas: la probabilidad y las consecuencias. (Paredes Muñoz, 2016)

Existen muchas versiones de matrices de evaluación de riesgos en la literatura especializada. Si bien la terminología o definición empleada para las diferentes categorías puede variar, en esta versión de matriz de evaluación de riesgos se considera la probabilidad y la severidad con el fin de determinar el índice de tolerabilidad del riesgo. La probabilidad es la posibilidad que un evento o condición insegura pueda ocurrir y la severidad son los posibles efectos de un evento o condición insegura, tomando como referencia la peor condición previsible.

Tabla 39 Análisis del riesgo según la Probabilidad. Fuente: Curso de Gestión de Seguridad Operacional- OACI.

PROBABILIDAD	
<i>Frecuente</i>	Es probable que suceda muchas veces (ha ocurrido frecuentemente), en cortos periodos de intervalo. Se espera que ocurra más del 75% de veces que se ha realizado esa operación o actividad.
<i>Ocasional</i>	Probable que ocurra en el tiempo. Se espera que ocurra varias veces, entre un 50% y 74% de veces que se ha realizado esa actividad u operación.
<i>Remoto</i>	Puede ocurrir en el tiempo. Puede ser esperado razonablemente que ocurra pocas veces, entre un 25% y 49% de veces que se ha realizado esa actividad u operación.
<i>Improbable</i>	Es muy poco probable que ocurra. Puede ocurrir entre un 1% y 24% de veces que se ha realizado esa actividad u operación. No se sabe si ha ocurrido.
<i>Sumamente improbable</i>	Improbable que ocurra. Es casi inconcebible que ocurra el evento

Tabla 40 Análisis del riesgo según la severidad. Fuente: Curso de Gestión de Seguridad Operacional- OACI.

SEVERIDAD DEL RIESGO	
Catastrófico	El riesgo puede causar una o varias muertes, pérdida de un bien (equipo destruido) o no cumplimiento de la misión.
Peligroso	El riesgo puede causar heridas o lesiones severas permanentes, enfermedades crónicas, daños importantes al equipo o a la propiedad, una afectación seria al cumplimiento de la misión. Una gran reducción de los márgenes de seguridad operacional, estrés físico o una carga de trabajo tal que ya no se pueda confiar en el personal para que realicen sus tareas con precisión o por completo
Grave	El riesgo puede ocasionar heridas, lesiones o enfermedades temporales, daños a la propiedad o una afectación menor para el cumplimiento de la misión. Una reducción importante de los márgenes de seguridad operacional, una reducción en la capacidad del personal para tolerar condiciones de operación adversas como resultado de un aumento en la carga de trabajo o como resultado de condiciones que afecten su eficiencia. También deben considerarse los Incidentes aéreos graves.
Leve	El riesgo puede ocasionar heridas o lesiones mínimas, daños a la propiedad o afectaciones mínimas al cumplimiento de la misión. Molestias, limitaciones operacionales, el uso de procedimientos de emergencia. También deben considerarse los incidentes leves aéreos.
Insignificante	El riesgo presenta una amenaza mínima a la seguridad o salud, material o misión. El personal involucrado no requiere atención médica.

Cuando se ha empleado una matriz de riesgos para asignar valores a los riesgos, pueden asignarse diversos valores a fin de clasificar los riesgos como alto, moderado y bajo. Estos términos se explican seguidamente:

- Bajo significa que no es necesario tomar más medidas (a menos que se pueda reducir más el riesgo con poco costo o esfuerzo), lo representamos de color verde.
- Moderado significa que las personas afectadas están preparadas para soportar el riesgo a fin de obtener ciertos beneficios, en la inteligencia de que el riesgo se mitiga lo mejor posible, lo representamos de color amarillo.
- Alto significa que las operaciones en las condiciones actuales deben cesar hasta que el riesgo se reduzca por lo menos al nivel tolerable, lo representamos de color rojo.

En la tabla 41 observamos la matriz del índice de tolerabilidad que resume lo explicado anteriormente.

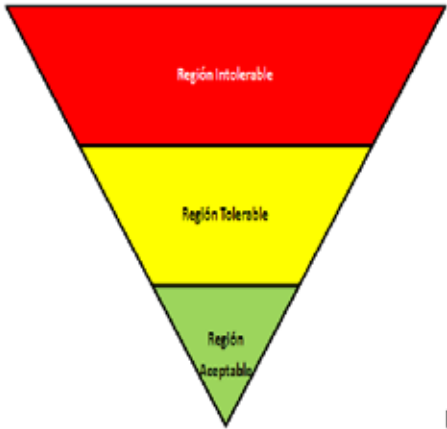
Tabla 41 Matriz de evaluación de los riesgos de seguridad operacional. Fuente: Manual de Gestión de la Seguridad Operacional- OACI.

Probabilidad del riesgo	Severidad del riesgo				
	Catastrófico	Peligroso	Importante	Leve	Insignificante
Frecuente	ALTO	ALTO	ALTO	MODERADO	MODERADO
Ocasional	ALTO	ALTO	MODERADO	MODERADO	MODERADO
Remoto	ALTO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	BAJO
Improbable	MODERADO	MODERADO	MODERADO	BAJO	BAJO
Sumamente Improbable	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

Tabla 42 Estimación cualitativa y cuantitativa del riesgo. Fuente: FT-DIRSIS-PREVACC-2016-004-b-INST

Expresión cualitativa del riesgo	Expresión cuantitativa del riesgo	Color
Alto	3	Rojo
Moderado	2	Amarillo
Bajo	1	Verde

Tabla 43 Matriz de tolerabilidad de los riesgos de seguridad operacional. Fuente: FT-DIRSIS-PREVACC-2016-004-b-INST

Descripción de la tolerabilidad	Expresión cualitativa del riesgo	Criterio sugerido
	Alto	Inaceptable en las actuales circunstancias
	Moderado	Aceptable según las medidas de minimización de riesgos. Requiere de una decisión de gestión por el Nivel de Comando pertinente.
	Bajo	Aceptable

En la matriz (tabla 42) podemos observar como resultado de la estimación del riesgo una expresión cualitativa, un color y un número para cada nivel de riesgo:

La tolerabilidad del riesgo de la seguridad de las operaciones militares se escribe en la tabla 43

CONTROL / MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Las medidas recomendadas de acuerdo al nivel de riesgo están en la tabla 44.:

Es el proceso de selección e implementación (puesta en práctica o funcionamiento), de las medidas y medios adecuados para modificar la frecuencia e intensidad de los riesgos. Las estrategias genéricas para el control / mitigación de los riesgos de seguridad operacional son:

- **Evitar.**- Cancelar las operaciones aéreas, los riesgos de seguridad operacional exceden los beneficios de continuar con la operación.
- **Reducir.**- Disminuir la frecuencia de las operaciones aéreas o limitarlas.
- **Separar la exposición.** Adoptar medidas para aislar los efectos de las consecuencias de los peligros.

En teoría resulta imposible eliminar un riesgo, únicamente que suspendamos las operaciones aéreas de forma permanente. La reducción del riesgo se lo realiza con prevención (políticas, procedimientos operativos normales, planes y capacitación) y con protección de riesgos (medidas pasivas y activas). La transferencia del riesgo se lo realiza a través de seguros en este caso el Ejército Ecuatoriano tiene un contrato con Seguros Sucre tanto para las tripulaciones, pasajeros,

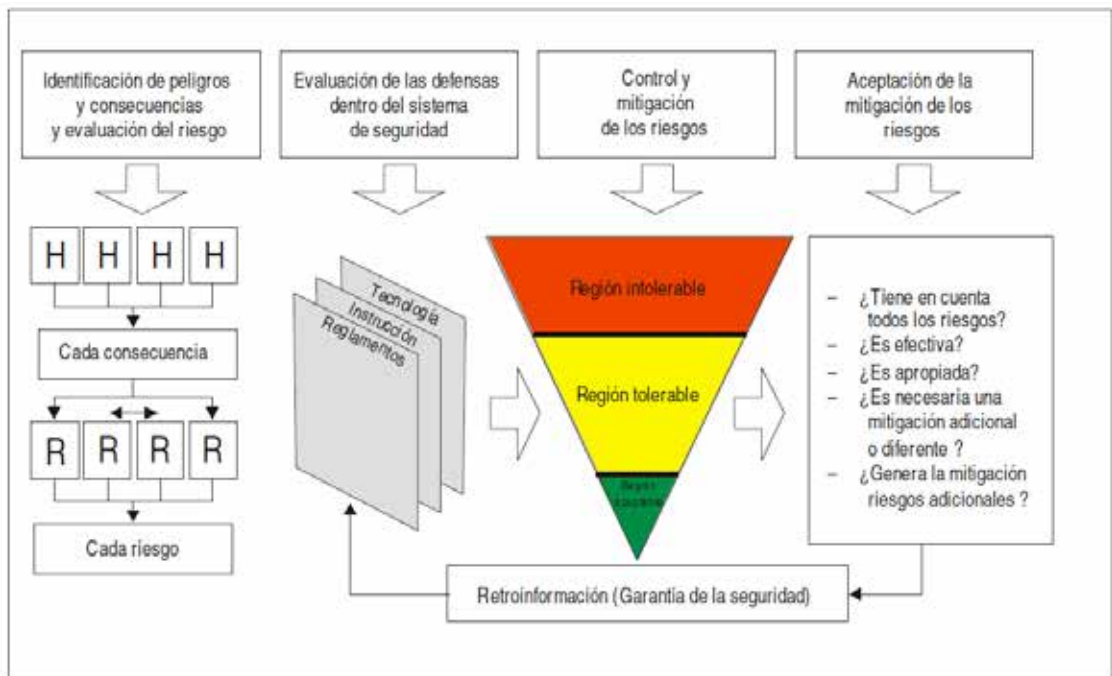
Tabla 44 Medidas recomendadas según el nivel del riesgo. Fuente: FT-DIRSIS-PREVACC-2016-004-b-INST

Expresión cualitativa del riesgo	Expresión cuantitativa del riesgo	Medidas recomendadas
Alto	3	Suspenda la actividad o disminuya la operación oportunamente, si fuera necesario. Realice la mitigación de riesgos con controles preventivos adicionales o mejorados implementados para reducir el índice de riesgos al rango moderado o bajo.
Moderado	2	Programe una evaluación de seguridad operacional para reducir el índice de riesgos hasta el rango bajo, si fuera factible. Implemente controles adicionales.
Bajo	1	Aceptable en las condiciones actuales. Es necesario mantener los controles establecidos. No se necesita una mitigación de riesgos adicional.

aeronaves que se encuentran en tierra como en vuelo así como seguro a terceros. Las estrategias de control / mitigación de los riesgos de seguridad operacional pueden sustentarse en las defensas establecidas para el campo aeronáutico que son la tecnología, instrucción y reglamentos, las mismas que pueden ser reforzar en busca de la mejora continua. El proceso de mitigación de los riesgos de seguridad operacional inicia con la identificación de los peligros genéricos, luego se identifican los componentes específicos de esos peligros genéricos para visualizar las consecuencias, por lo tanto los componentes específicos y las consecuencias pueden ser varios. Seguidamente se realiza la evaluación de las defensas existentes en el G.A.E 45 “PICHINCHA”, las mismas que son:

- Tecnología, para lo cual a la flota de aeronaves existentes se la ha realizado una reingeniería total con la modernización que consiste que cambiar la tecnología análoga por digital en los instrumentos de navegación y control.
- Instrucción, para lo cual el G.A.E 45 “PICHINCHA” cuenta con un plan anual de instrucción pero que no está considerado el encuentro inesperado con ceniza volcánica, además las tripulaciones de vuelo realizan el entrenamiento en el simulador de vuelo, que les permite la simulación de emergencias.
- Reglamentos, las tripulaciones de vuelo y personal de mantenimiento permanentemente están revisando los reglamentos para el cumplimiento de sus actividades, sin embargo considero que la lectura de reglamentos debe estar considerada dentro del horario de régimen interno, de tal manera que exista una persona que lidere y estandarice los conocimientos en base a la reglamentación.

Figura 34 El proceso de mitigación de los riesgos de seguridad operacional. Fuente: Manual de gestión de la seguridad operacional.



En esta evaluación las defensas pueden ser mantenidas, reforzadas e incluso se pueden introducir nuevas defensas, con esto los riesgos de seguridad operacional iniciales se vuelven a evaluar para determinar si el nivel es tan bajo como sea practicable para llegar a determinar la aceptación o no de los riesgos de seguridad operacional. Una vez aceptada la mitigación las estrategias elaboradas e implementadas deben reintroducirse en las defensas para asegurar su efectividad.

ESTADOS DE ALERTA

Es el estado declarado con el fin de tomar precauciones específicas, debido a la probable y cercana ocurrencia de un evento adverso. Existen fenómenos que permiten definir estados de alerta como son los huracanes, inundaciones, erupciones volcánicas y cierto tipo de deslizamientos en cambio otros fenómenos no permiten declarar estados de alerta como son los deslizamientos súbitos, terremotos, eventos repentinos no instrumentados de tipo súbito. Para actividades volcánicas la Organización de Aviación Civil Internacional ha establecido cuatro estados de alerta representados por los colores verde, amarillo, naranja y rojo. Los cambios de alerta son definidos por las autoridades y se comunican por los medios de comunicación. No siempre hay gradualidad. Para cada estado de alerta se establecen acciones a implementar para salvaguardar la vida humana, los bienes y la continuidad de los servicios en el respectivo territorio. El estado de alerta se comunica al público mediante un mecanismo o señal de alarma para que las entidades operativas de apoyo y socorro se activen y para que la población tome las precauciones del caso.

MARCO LEGAL

El marco legal que sustenta el presente trabajo de investigación es la Constitución de la República del Ecuador, Ley de Seguridad Pública y del Estado, Plan Nacional del Buen Vivir, Plan Nacional de Seguridad Integral, Agenda Política de la Defensa, y Planes Militares. En la Constitución de la República del Ecuador, en el artículo 3 menciona como uno de los deberes primordiales del estado garantizar y defender la soberanía nacional, proteger el patrimonio natural y cultural del país y garantizar a sus habitantes el derecho a una cultura de paz y a la seguridad integral. En el artículo 389 establece que el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos tendrá como funciones principales garantizar el financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo. En el artículo No. 390 señala que los riesgos se gestionaran bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicara la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindaran el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad.

La Ley de Seguridad Pública y del Estado en el artículo 1 señala que la ley tiene por objeto regular la Seguridad Integral del Estado y de todos los habitantes del Ecuador, garantizando el orden público, la convivencia, la paz, el buen vivir, asegurando la defensa nacional, previniendo los riesgos y amenazas de todo orden, a través del sistema de seguridad pública y del estado. En el Plan Nacional para el Buen Vivir en el objetivo No. 6 indica que es necesario consolidar la transformación de la justicia y fortalecer la seguridad integral, en estricto respeto a los derechos humanos. En el Plan Nacional de Seguridad Integral 2014-2017, dentro de los ámbitos de la Seguridad Integral señala la Gestión de Riesgos y Ambiente. En las Políticas de Defensa Nacional (Agenda Política de la Defensa) la política 2 indica que se deberá participar en la Seguridad Integral y protección de los derechos, libertades y garantías de las personas.

Tabla 45 Nivel de alerta volcánica y códigos de colores para aviación. Fuente: Organización de Aviación Civil Internacional

NIVEL DE ALERTA	ESTADO DE ACTIVIDAD DEL VOLCÁN
Verde	El volcán se encuentra en un estado no eruptivo; o, después de un cambio desde un nivel más alto: se considera que la actividad volcánica ha cesado y el volcán ha vuelto a su estado normal, no eruptivo.
Amarilla	El volcán experimenta un aumento significativo de la actividad volcánica; o, después de un cambio desde un nivel más alto: la actividad volcánica ha disminuido considerablemente, pero se recomienda precaución.
Naranja	El volcán muestra un aumento en la actividad con probabilidades de erupción o, después de un cambio desde un nivel más alto: erupción en proceso con apenas emisión de cenizas (especificar la altura de la columna de cenizas si fuera posible).
Roja	Se prevé que la erupción será inminente con probabilidades de emisión significativa de cenizas a la atmósfera o, erupción en proceso con emisión significativa de cenizas (especificar la altura de la columna de cenizas si fuera posible).

En el Plan del Sistema Integrado de Seguridad de la Fuerza Terrestre “RESPONSABILIDAD DE TODOS 2015-2016” la misión del Ejército en lo referente al campo de seguridad es que la Dirección del Sistema Integrado de Seguridad de la Fuerza Terrestre, gestionará la prevención y valoración de seguridad en forma permanente en las unidades y repartos militares de la Fuerza Terrestre, para prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales; prevenir, mitigar, compensar o remediar impactos ambientales negativos y los efectos ocasionados por desastres naturales o antrópicos al interior de los repartos militares, a fin de mejorar la capacidad operativa de la Fuerza Terrestre. (Fuerza Terrestre, 2015)

En el Plan de Seguridad “BALUARTE 2017” para la 15 B.A.E “PAQUISHA” y para el Fuerte Militar “GRAE. MARCO AURELIO SUBIA” la misión de la 15 B.A.E “PAQUISHA” en el campo de seguridad es que planificará, coordinará y ejecutará actividades de seguridad y prevención de accidentes a partir de la presente fecha, asesorando e interviniendo permanentemente en todos los niveles operativos y administrativos de la Brigada, para prevenir accidentes aéreos, terrestres, enfermedades ocupacionales e impactos ambientales negativos; a fin de precautelar los recursos humanos y materiales de la Institución y su entorno de trabajo; cumpliendo todas sus misiones con elevados estándares de seguridad y a través de un adecuado sistema de identificación de peligros y gestión del riesgo. (15 B.A.E “PAQUISHA”, 2017)

La exigencia de todas estas leyes, normas, procedimientos emitidos por los estamentos correspondientes, buscan mejorar la gestión, garantizar la vida, los recursos y el medio ambiente minimizando los riesgos en el cumplimiento de las operaciones del G.A.E 45 “PICHINCHA”. Estos requisitos legales contemplan la base principal para garantizar la continuidad de las operaciones aéreas.

METODOLOGÍA

Para la presente investigación se ha usado la información disponible de las imágenes del satélite de Ecuador de la Satellite Services Division of the National Environmental Satellite, Data, and Information Service (NESDIS) por el periodo entre enero de 2000 y junio de 2017. La información fue basada en los vientos generados del modelo de circulación global (GFS/NAM) en una base 24/7 y reportada en cortos periodos de tiempo, pendiente en la gravedad de las emisiones y son proyectadas por los siguientes 6,12 y 18 horas, respectivamente.

El método usado para evaluar las nubes cargadas de ceniza de los archivos del satélite de imágenes de Ecuador del of the Satellite Services Division of the National Environmental Satellite, Data, and Information Service (NESDIS). La principal dirección de las nubes 270° han sido contadas doble, mientras los flancos laterales de la misma nube (260° y 280°) son contados de una vez.

Un total de 19834 datos de las 4959 imágenes fueron subdivididas por meses en orden para determinar la principal dirección del viento por las diferentes estaciones en Ecuador (tabla 1). Alrededor del 89.55% de los datos obtenidos pertenecen al volcán Tungurahua, 4.18% al volcán Reventador, 2,57% al volcán Sangay, 3.07% al volcán Cotopaxi and el resto 0.63% al volcán Guagua Pichincha.

Direcciones del viento trazadas en un diagrama de rosa en dependencia de diferentes meses por el periodo de tiempo de septiembre de 1999 hasta septiembre de 2014 basado en archivos del NOAA. El área cubierta es Ecuador continental, con pequeñas excepciones donde la ceniza alcanzaba el océano pacífico. La altitud de las nubes de ceniza está variando entre FL200 y FL250 y otro entre FL300 y FL400. Generando juntas un 98% de la información disponible.

La simulación proporcionada por la página del Instituto Geográfico – Escuela Politécnica Nacional fue generada utilizando el modelo de dispersión Ash3D del USGS con una altura de columna eruptiva variable y un volumen de 100.000 m³ DRE (equivalente en roca densa). Las incertidumbres en el modelo significan que caídas de ceniza pueden ocurrir afuera del área que está delineada en color amarillo.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

En la investigación se dio un panorama sumamente amplio de los riesgos de origen natural existentes en el Ecuador que afectan tanto a las operaciones aéreas como a la infraestructura

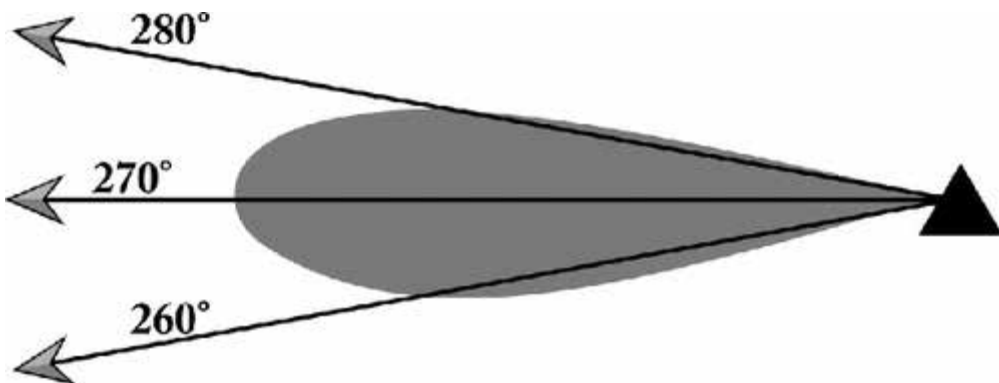


Figura 35 Principal dirección de las nubes

misma, y así fui cerrando el escenario para enfocarme en la Provincia de Pichincha basándome en la investigación realizada por María Fernanda Pauker en la que menciona que los riesgos de origen natural que afectan a la Provincia de Pichincha son los sismos, la actividad volcánica, sequías, inundaciones y deslizamientos de tierra. Enfocándonos al área de estudio que es el G.A.E 45 “Pichincha” localizado en la Balbina se puede determinar que las sequías no afectan las operaciones aéreas ni de mantenimiento, según información proporcionada por la Secretaría de Gestión de Riesgos la Balbina se encuentra clasificada como aérea segura en caso de inundaciones producto de la erupción del Volcán Cotopaxi, además el sector es plano con buenos drenajes naturales y artificiales por lo que no se considera las inundaciones, las mismas consideraciones de un sector plano y además sin elevaciones a su alrededor descarta la posibilidad de deslizamientos de tierras.

En base al análisis anterior se puede establecer que los riesgos de origen natural que afectan al G.A.E 45 “Pichincha” localizado en la Balbina son los sismos y la actividad volcánica. La Balbina está localizada en una zona calificada como Muy Alta Intensidad Sísmica en la que en los últimos 15 meses se han registrado 15 sismos en la Provincia de Pichincha y uno cuyo epicentro fue el sector de Sangolquí junto a la Balbina con una intensidad de 3,8 grados, lo que significa que las instalaciones son muy vulnerables pero desde el punto de vista de las operaciones aéreas el riesgo se reduce considerablemente. En lo que se refiere a la actividad volcánica se presentan varios peligros como son flujos piroclásticos, lahares, inundaciones, ceniza volcánica, etc, pero lo que afecta a las instalaciones y operaciones aéreas del G.A.E 45 “Pichincha” es la ceniza volcánica. Al realizar operaciones aéreas a todo el territorio nacional el G.A.E 45 “Pichincha” se ve afectado por los cinco volcanes en proceso eruptivo que son Guagua Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Reventador y Sangay; los mismos que están permanentemente emitiendo ceniza volcánica, la misma que es transportada por la influencia del viento hasta lugares muy alejados por lo que los datos de la nos permitirá tener información para una seguridad predictiva en la planificación de las rutas aéreas.

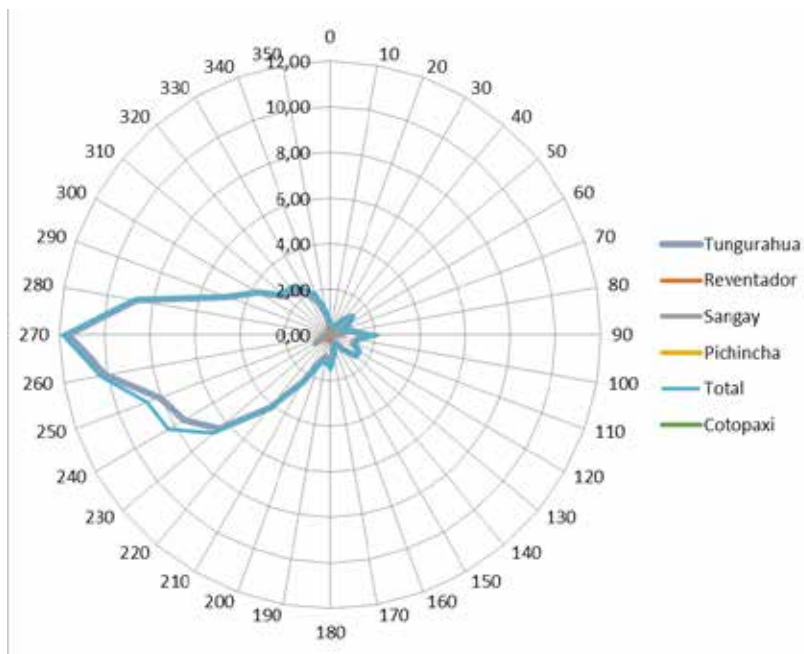


Figura 37 Direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica Enero 2000-2017

Para el análisis e interpretación de la información obtenida de la dirección del viento cargadas de cenizas volcánicas es importante recordar la ayuda que nos brinda la rosa de los vientos, mostrándonos la información de los ocho vientos principales. Realizada la recolección de información, mediante la aplicación de los instrumentos para dicho efecto, se procedió a analizar, interpretar y procesar la información, la misma que arrojó los siguientes resultados:

La figura 37 nos indica las direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica en los meses de enero desde el año 2000 hasta el 2017, se puede determinar que existe una marcada tendencia del viento de E a O especialmente del Volcán Tungurahua y en pequeñas magnitudes de O a E, del SO al NE y del NO al SE.

La figura 38 nos indica las direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica en los meses de febrero desde el año 2000 hasta el 2017, se puede determinar que existe una marcada tendencia del viento de E a O especialmente del Volcán Tungurahua y en pequeñas magnitudes del NO al SE, del N al S y del S al N.

La figura 39 nos indica las direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica en los meses de marzo desde el año 2000 hasta el 2017, se puede determinar que existe una marcada tendencia del viento de E a O.

La figura 40 nos indica las direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica en los meses de abril desde el año 2000 hasta el 2017, se puede determinar que existe una marcada tendencia del viento de E a O.

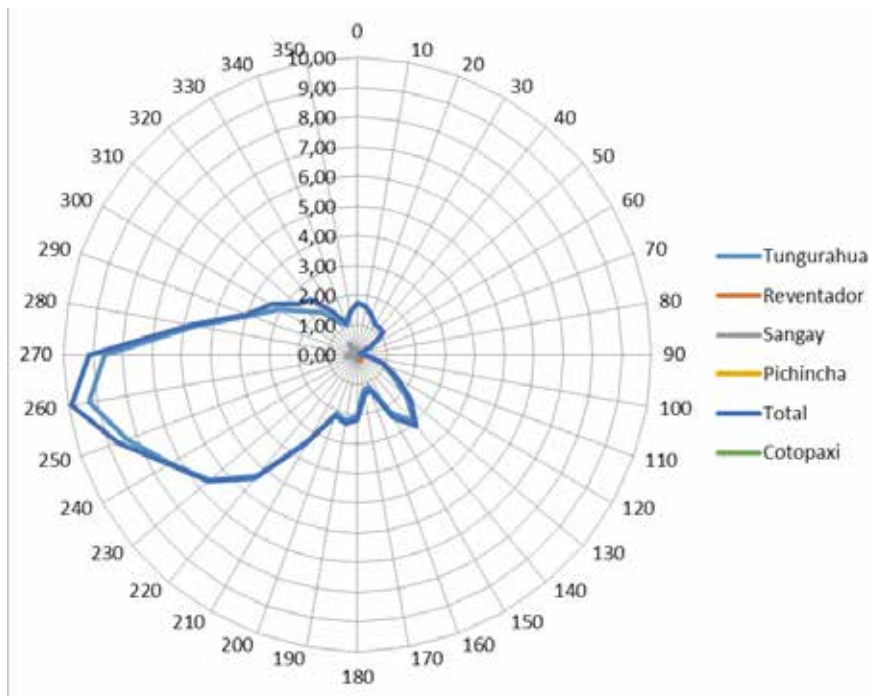


Figura 38 Direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica Febrero 2000-2017

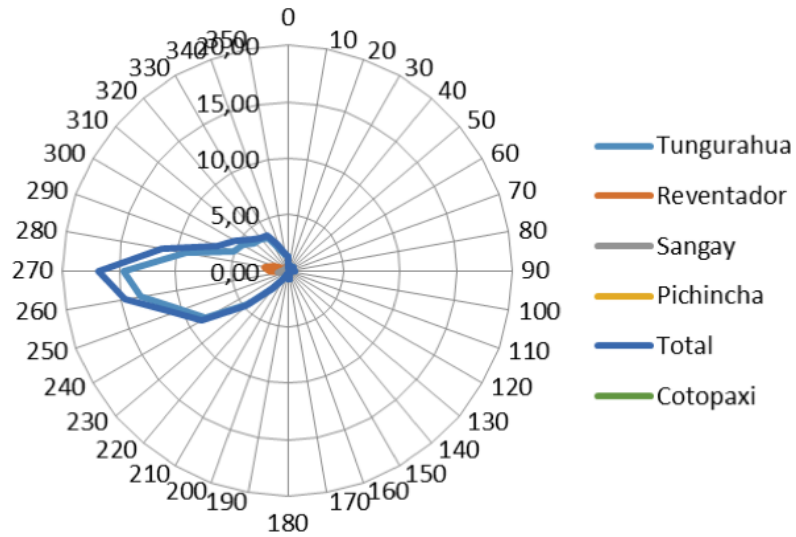


Figura 39 Direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica Marzo 2000-2017

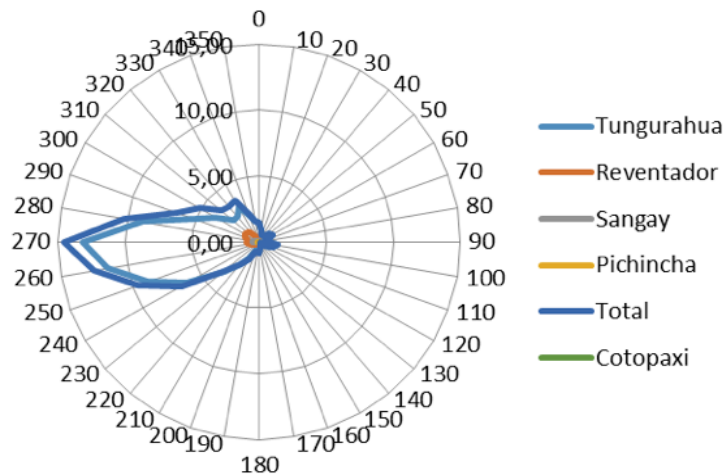


Figura 40 Direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica Abril 2000-2017

La figura 41 nos indica las direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica en los meses de mayo desde el año 2000 hasta el 2017, se puede determinar que existe una marcada tendencia del viento de E a O.

La figura 42 nos indica las direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica en los meses de junio desde el año 2000 hasta el 2017, se puede determinar que existe una marcada tendencia del viento de E a O.

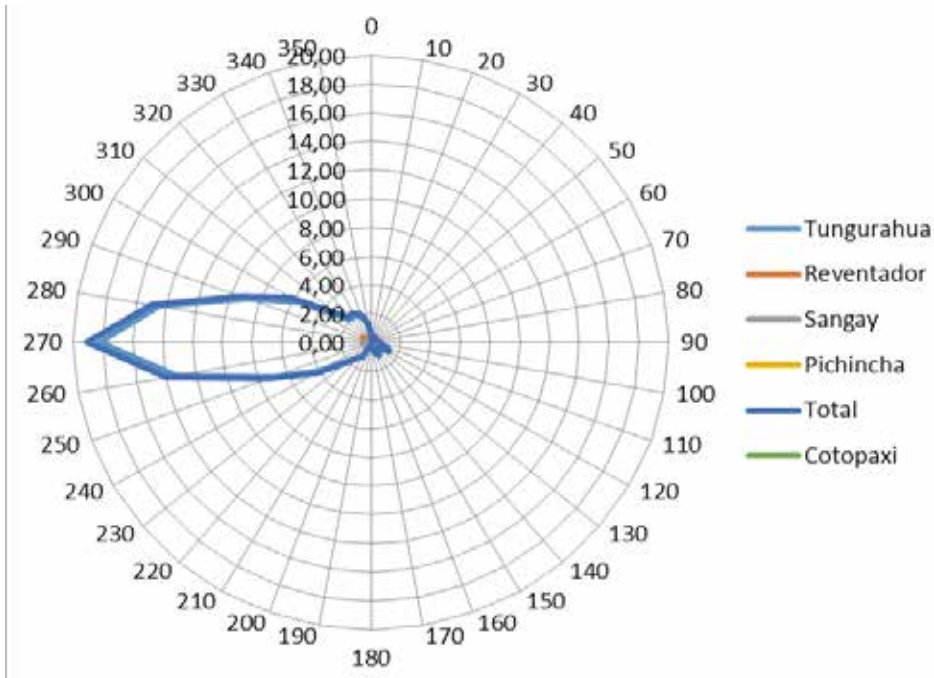


Figura 41 Direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica Mayo 2000-2017

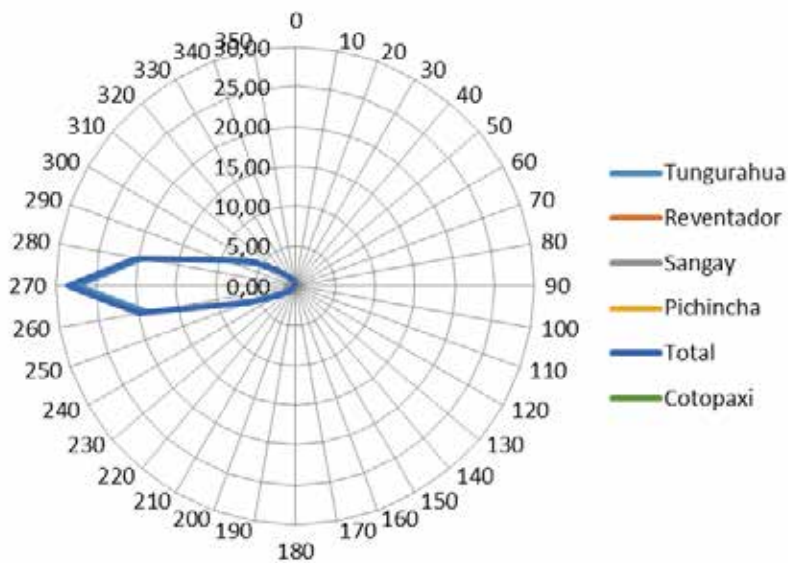


Figura 42 Direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica Junio 2000-2017

La figura 43 nos indica las direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica en los meses de julio desde el año 2000 hasta el 2016, se puede determinar que existe una marcada tendencia del viento de E a O.

Esta figura nos indica las direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica en los meses de agosto desde el año 2000 hasta el 2016, se puede determinar que existe una marcada tendencia del viento de E a O.

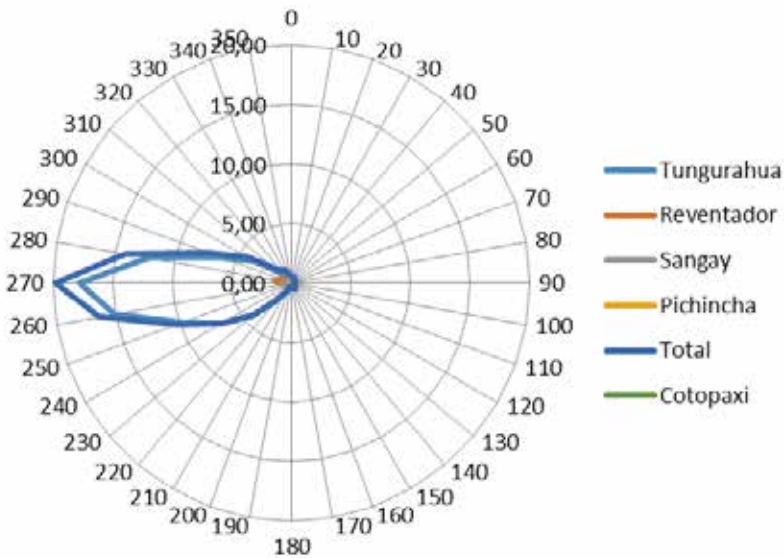


Figura 43 Direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica Julio 2000-2016

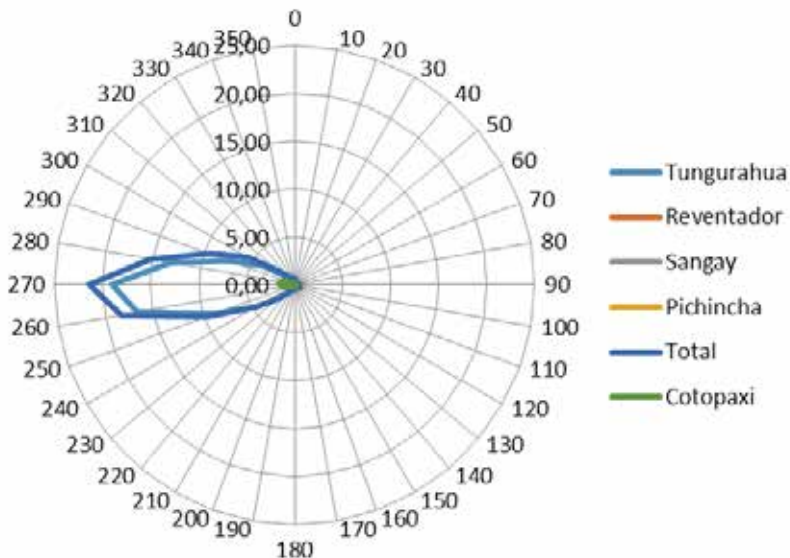


Figura 44 Direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica Agosto 2000-2016

La figura 45 nos indica las direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica en los meses de septiembre desde el año 2000 hasta el 2016, se puede determinar que existe una marcada tendencia del viento de E a O.

La figura 46 nos indica las direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica en los meses de octubre desde el año 2000 hasta el 2016, se puede determinar que existe una marcada tendencia del viento de E a O, sin embargo el comportamiento de viento comienza a variar en magnitudes mucho menores de O a E y del SE al NO.

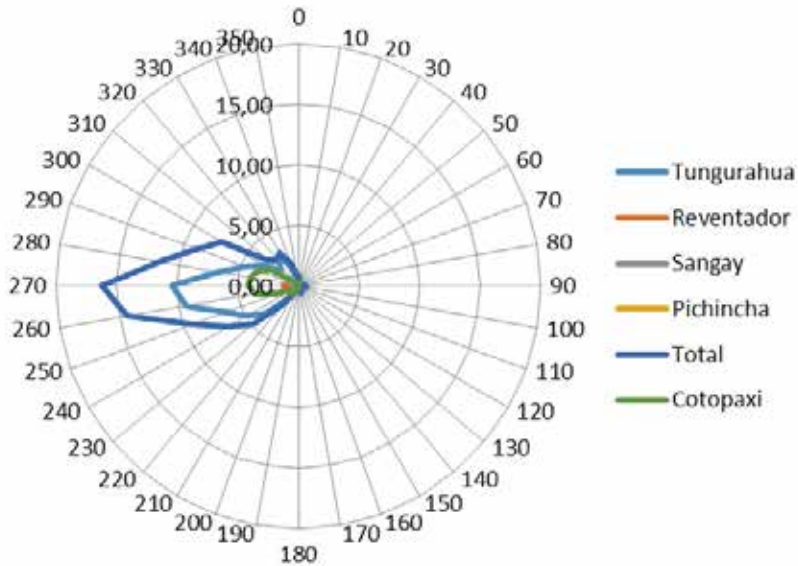


Figura 45 Direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica Septiembre 2000-2016

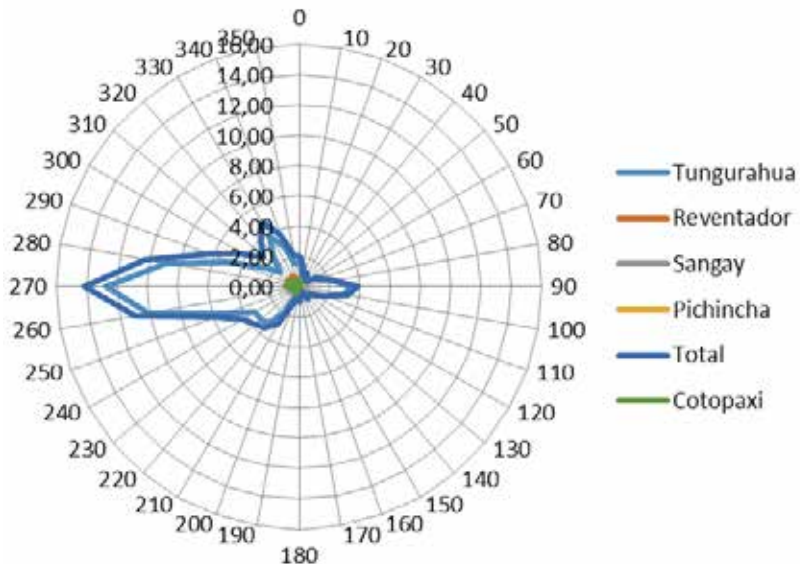


Figura 46 Direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica Octubre 2000-2016

La figura 47 nos indica las direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica en los meses de noviembre desde el año 2000 hasta el 2016, se puede determinar que la tendencia de E a O no es marcada y tiende en una dirección entre 250 y 260 grados, así como también vientos de O a E en pequeñas magnitudes.

La figura 48 nos indica las direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica en los meses de diciembre desde el año 2000 hasta el 2016, se puede determinar que la tendencia de E a O no es marcada y tiende en una dirección entre 250 y 260 grados, en pequeñas magnitudes las direcciones son variadas de N a S, de S a N, del SO al NE.

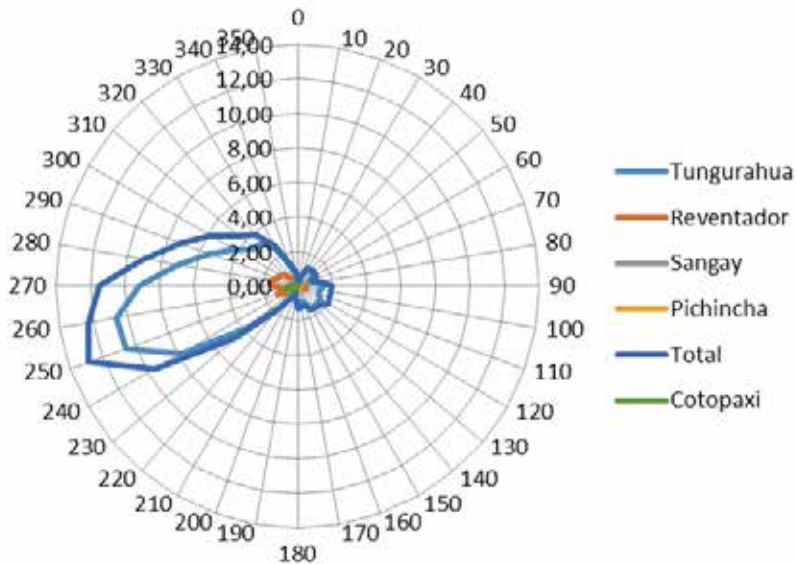


Figura 47 Direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica Noviembre 2000-2016

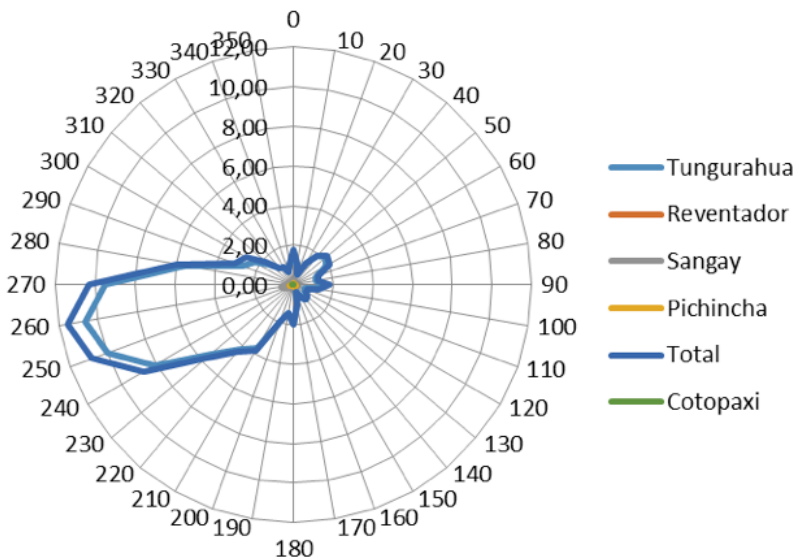


Figura 48 Direcciones del viento cargadas con ceniza volcánica Diciembre 2000-2016

Se puede determinar y concluir que existe una marcada tendencia de la dirección del viento cargada con ceniza volcánica de E a O, en los meses de abril hasta septiembre, en los meses restantes la mayor parte de los vientos son de E a O, sin embargo existen pequeñas magnitudes e intensidades de la dirección del viento en diferentes sentidos que no se pueden determinar una tendencia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede concluir que los riesgos de origen natural que afectan al G.A.E 45 “Pichincha” localizado en la Balbina son los sismos y la actividad volcánica. La Balbina está localizada en una zona calificada como Muy Alta Intensidad Sísmica en la que en los últimos 15 meses se han registrado 15 sismos en la Provincia de Pichincha y uno cuyo epicentro fue el sector de Sangolquí junto a la Balbina con una intensidad de 3,8 grados, lo que significa que las instalaciones son muy vulnerables pero desde el punto de vista de las operaciones aéreas el riesgo se reduce considerablemente. En lo que se refiere a la actividad volcánica la ceniza volcánica es la que afectaría considerablemente las operaciones aéreas por contaminación de las rutas aéreas establecidas por el G.A.E 45 “Pichincha” para el cumplimiento de sus misiones y en menor grado serían afectadas las instalaciones por los volcanes Reventador, Guagua Pichincha y Cotopaxi. Si el evento volcánico sucede entre los meses de abril y septiembre posiblemente las instalaciones del GAE 45 “Pichincha” solo se vea afectado por ceniza volcánica del Volcán Reventador, pero si ocurre en los otros meses del año posiblemente el Volcán Guagua Pichincha y Cotopaxi afectarán también las instalaciones del Grupo Aéreo.

En la siguiente figura nos muestra las áreas que se verán afectadas por ceniza volcánica de los cinco volcanes que se encuentran en proceso de erupción y por consiguiente afectan las rutas aéreas establecidas para vuelos con helicópteros.

Se recomienda que el G.A.E 45 “Pichincha” elabore planes de contingencia para los peligros identificados científicamente, como son los sismos y la ceniza volcánica que provienen de los cinco volcanes que se encuentran en proceso de erupción. Además se recominde que el G.A.E 45 “Pichincha” elabore un plan de evacuación de aeronaves en base a las áreas afectadas por la ceniza volcánica a fin de garantizar la continuidad de las operaciones.



Figura 51 Áreas afectadas por ceniza volcánica

BIBLIOGRAFÍA

- 15 B.A.E “PAQUISHA”. (01 de ENERO de 2017). Plan de Seguridad “BALUARTE 2017”. QUITO, PICHINCHA, ECUADOR.
- B.A.E, I. (2011). Manual de Regulaciones para Operaciones de la Brigada de Aviación del Ejército . Quito.
- Byron, V. (2013). Manual de Gestión de Riesgos Naturales y Antrópicos para la Fuerza Aérea Ecuatoriana. *Manual de Gestión de Riesgos Naturales y Antrópicos para la Fuerza Aérea Ecuatoriana*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Definicion. de. (2015). *Definición.de*. Obtenido de Concepto de seguridad - Definición, Significado y Qué es <http://definicion.de/seguridad/#ixzz3RdcgHieb>
- Ecu Red. (s.f.). <https://www.ecured>. Obtenido de https://www.ecured.cu/Escala_de_Richter
- ENAIRE. (06 de 05 de 2017). <http://www.enaire.es>. Obtenido de <http://www.enaire.es/csee/Satellite/SeguridadOperacionalNA/es/Page/1228215413645/1228215409304/?other=1237552652389>
- <http://www.ceoearagon.es>. (08 de 06 de 2017). Obtenido de <http://www.ceoearagon.es/prevencion/ohsas/3.htm>
- <http://www.desastre.org>. (08 de 06 de 2017). Obtenido de http://www.desastre.org/index.php?option=com_content&view=article&id=129:los-incendios&catid=39:gestion-de-riesgo
- <http://www.msal.gob.ar>. (08 de 06 de 2017). Obtenido de <http://www.msal.gob.ar/salud-y-desastres/index.php/informacion-para-comunicadores/conceptos-basicos-de-la-gestion-de-riesgos>
- <http://www.mundolamina.com.ar>. (08 de 06 de 2017). Obtenido de <http://www.mundolamina.com.ar/index.php%3FD75%26alias%3DMundo-Lamina-Mitigacion-de-Riesgo>
- <https://sites.google.com>. (2017). Obtenido de <https://sites.google.com/site/volcanesdeecuador40/volcanes>
- <https://www.definicionabc.com>. (08 de 06 de 2017). Obtenido de <https://www.definicionabc.com/social/seguridad.php>
- Nacional, I. G.-E. (16 de 08 de 2017). <http://www.igepn.edu.ec/>. Obtenido de <http://www.igepn.edu.ec/>
- OACI. (2013). *OACI Anexo 6 Parte I Definiciones*. Montreal.
- OACI. (2013). *Safety management manual*. Montreal.
- OACI. (2016). <http://www.icao.int>. Obtenido de http://www.icao.int/Meetings/a39/Documents/GASP_es.pdf
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres. (s.f.). <http://www.eird.org>. Obtenido de <http://www.eird.org>: http://www.eird.org/cd/toolkit08/material/proteccion-infraestructura/gestion_de_riesgo_de_amenaza/8_gestion_de_riesgo.pdf
- Organización de Aviación Civil INternacional. (06 de 05 de 2009). Curso de sistemas de gestión de seguridad operacional .
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2009). Manual de Gestión de la Seguridad Operacional. *Manual de Gestión de la Seguridad Operacional*. OACI.
- Organización de Aviación Civil Internacional. (2012). La seguridad y las cenizas volcánicas. *La seguridad y las cenizas volcánicas*.
- Paredes Muñoz, O. (2016). Gerencia de Riesgos. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Pauker García, M. F. (Abril de 2014). Sistema Integral de Gestión del Riesgo Web de Origen Natural en la Provincia de Pichincha. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ramirez, A. (2013). Plan para el diseño e implementación de un sistema de gestión de seguridad operacional (SGSO) para la aviación del ejército. San Golquí. 2013. En A. Ramirez.
- Ramirez, L. (2012). *Plan para el diseño e implementación de un sistema de gestión de seguridad operacional para la aviación del ejército*. Quito.
- Safety management International collaboration group. (2012).
- Significados. (2017). <https://www.significados.com>. Obtenido de <https://www.significados.com/sismo/>
- Toulkeridis, T. (Junio de 2015). Amenazas de origen natural y gestión de riesgos en el Ecuador. *Amenazas de origen natural y gestión de riesgos en el Ecuador*. Sangolquí, Pichincha, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.
- Villamarín, B. (2013). Manual de Gestión de Riesgos Naturales y Antrópicos para la Fuerza Aérea Ecuatoriana. Quito, Pichincha, Ecuador.