

ATLAS

ESPACIOS GEOGRÁFICOS
EXPUESTOS A AMENAZAS
NATURALES Y ANTRÓPICAS

1^{era} edición





PRESENTACIÓN

En nuestro país, la historia de desastres ocasionados por erupciones volcánicas, terremotos, tsunamis, inundaciones, deslizamientos, sequías e incendios forestales, entre otros, evidencia la alta vulnerabilidad de la población, sus medios de vida, infraestructura y actividades agro-productivas, frente a fenómenos naturales, socio naturales o antrópicos. Formamos parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, donde la convergencia de las placas de Nazca y Sudamericana más su efecto friccionante, asociada con las zonas montañosas, piedemonte andino, valles, llanuras aluviales, forman un escenario de potenciales efectos e impactos relacionados con los fenómenos antes citados.

Debido al crecimiento de la población, la expansión de las fronteras agrícola y urbana, y el inadecuado uso de los recursos naturales, especialmente en zonas de montaña, hace que los tomadores de decisión a nivel nacional, regional y local, reconozcan la necesidad de reducir los riesgos actuales y prevenir riesgos futuros, para lograr así un desarrollo territorial sostenible.

En el marco de este contexto la Secretaría de Gestión de Riesgos, garantiza la protección de personas y colectividades por los efectos negativos de desastres de origen natural o antrópico, mediante la generación de políticas, estrategias y normas que promuevan capacidades orientadas a identificar, analizar, prevenir y mitigar riesgos para enfrentar y manejar eventos de desastre; conjuntamente con el Instituto Geográfico Militar, institución técnico-científica del Ministerio de Defensa, han planificado y elaborado el ATLAS ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS, que de forma gráfica y descriptiva, espacializa las principales amenazas que pueden incidir en la dinámica social, económica y ambiental, así como también, conjuga esta problemática con los diversos elementos expuestos a fenómenos geológicos y morfo climáticos

Si consideramos al territorio como una plataforma de integración de lo social, económico y ambiental, estoy segura que la información almacenada en este ATLAS, permitirá a los tomadores de decisión disponer de una herramienta para incursionar en la dimensión territorial, superando lo sectorial, para garantizar una mejor calidad de vida de la población, minimizando la vulnerabilidad y evitando que los fenómenos naturales se transformen en desastres.

La Secretaría de Gestión de Riesgos y el Instituto Geográfico Militar, esperamos contribuir con esta publicación en la construcción de una Cultura de Prevención, y en el fomento de la reducción del riesgo de desastres, en el marco de los procesos de planificación territorial.

Alexandra Ocles Padilla
SECRETARIA DE GESTIÓN DE RIESGOS



PRESENTACIÓN

Dentro de un contexto general, es conocido que el Ecuador se inserta como parte de los países donde los desastres constituyen un problema latente y los impactos son cada vez mayores debido a factores ligados al crecimiento poblacional, la urbanización acelerada, la localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo, la presión sobre los recursos naturales, entre otros, que se han traducido en el aumento continuo de la vulnerabilidad de la población frente a una amplia diversidad de peligros naturales y antrópicos.

Consecuentemente, los desastres pueden conceptualizarse como la ocurrencia de eventos súbitos de la naturaleza o mediados por el ser humano (como es el caso de los incendios forestales) que causan alteraciones intensas en personas, bienes y servicios, que frecuentemente sobrepasan la capacidad de respuesta local, debido principalmente a la escasa disponibilidad de recursos y de planificación para superarlos.

Para alcanzar los propósitos planteados anteriormente, es indispensable disponer de elementos de análisis que permitan, tanto a las unidades operativas de las Fuerzas Armadas como a otros organismos del Estado, planificar y visualizar cartográficamente la información vinculada a las relaciones de la naturaleza con la sociedad a través de múltiples variables.

La elaboración del Atlas “Espacios Geográficos Expuestos a Amenazas Naturales y Antrópicas” se inscribe dentro de este marco y su elaboración se ha ejecutado por iniciativa del IGM y de la Secretaría de Gestión de Riesgos, para contribuir, como se ha indicado anteriormente, a optimizar y dinamizar las acciones de las diferentes instancias operativas del Estado.

Frank D. Landázuri Recalde
CRNL. de E.M.C
DIRECTOR DEL IGM



ATLAS | ESPACIOS GEOGRÁFICOS
EXPUESTOS A AMENAZAS
NATURALES Y ANTRÓPICAS

Crnl. de E.M.C. Ing. Frank Landázuri
Director del IGM

Tcrn. I.GEO. Ing. Rafael Delgado
Subdirector del IGM

Tcrn. I.GEO. Ing. Xavier Molina
Jefe de la Gestión Cartográfica - Geográfica

**ATLAS DE ESPACIOS GEOGRÁFICOS EXPUESTOS A
AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS.**

© 2018, Instituto Geográfico Militar

Autores:

Álvaro Dávila
Rosa Cuesta
Martha Villagómez
Diana Fierro
Fernanda León
Karla Guerrero
José Vallejo

Revisión General:

Secretaría de Gestión de Riesgos

Diseño:

Paul Aguiar
Danny Lincango
Xavier Vivas

Primera Edición - Ecuador, 2018

“Ley de la Cartografía Nacional Art. 2.- El Instituto Geográfico Militar realizará toda actividad cartográfica referente a la elaboración de mapas y levantamiento de cartas oficiales del territorio nacional.”



Índice

INTRODUCCIÓN	9	LOS FENÓMENOS MORFOCLIMÁTICOS	27
CONCEPTUALIZACIÓN Y PROBLEMÁTICA	11	TEMA: INUNDACIONES	28
ESCALAS	11	Historia de Inundaciones	29
OBJETIVOS	14	Problemática	31
ASPECTOS FÍSICO-NATURALES	14	Cartografía de Amenazas	31
Relieve	14	TEMA: DÉFICIT HÍDRICO - SEQUÍAS	43
La Costa	14	Histórico	44
La Sierra	14	Problemática	44
La Amazonía	14	Cartografía de Amenazas	46
La Región Insular	14	TEMA: MOVIMIENTOS EN MASA	53
Suelos	14	Historia de los Movimientos en Masa	53
Suelos Aluviales	14	Problemática	55
Suelos sobre Proyecciones Volcánicas	14	Cartografía de Amenazas	55
Suelos sobre Materiales Antiguos	14	LOS FENÓMENOS GEOLÓGICOS – ENDÓGENOS	67
Suelos con Montmorillonita	14	TEMA: TERREMOTOS	68
Suelos con Caolinita	14	Historia Sísmica	68
Suelos Minerales	14	Problemática	70
Pluviometría	14	Cartografía de Amenazas Sísmicas	72
Clima	17	TEMA: TSUNAMIS	85
Tropical Megatérmico Semi Árido	17	Historia de Tsunamis	86
Tropical Megatérmico Seco	17	Problemática	87
Tropical Megatérmico Semi Húmedo	17	Cartografía de Amenazas	87
Megatérmico Lluvioso	17	TEMA: ERUPCIONES VOLCÁNICAS	90
Tropical Megatérmico Húmedo	17	Historia de Erupciones Volcánicas	94
Ecuatorial Mesotérmico Seco	17	Problemática	94
Ecuatorial Semi Húmedo	17	Cartografía de Amenazas	94
Ecuatorial de Alta Montaña	17	LOS EVENTOS ANTRÓPICOS	107
Nival	17	TEMA: INCENDIOS	108
Uso del suelo	17	Historia de Incendios Forestales	108
ASPECTOS DE LA OCUPACIÓN DEL TERRITORIO	21	Problemática	109
Población	21	Cartografía de Amenazas	110
Infraestructura	21	Bibliografía	114
Pobreza	24	Glosario	115
HISTORIA DE LAS AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS	26	Índice de Tablas, Gráficos y Figuras	117
CLASIFICACIÓN DE LAS AMENAZAS NATURALES	26	Siglas	118





MINISTERIO
DE DEFENSA
NACIONAL



COMANDO CONJUNTO
DE LAS FUERZAS
ARMADAS



EJÉRCITO
ECUATORIANO



INSTITUTO
GEOGRÁFICO
MILITAR



SECRETARÍA
DE GESTIÓN
DE RIESGOS



INTRODUCCIÓN

*H*istóricamente el tema de los riesgos siempre ha estado presente en la mente de los ecuatorianos. Para constatar esta aseveración basta con visitar las iglesias, sobretodo de las ciudades de la región Sierra y observar los cuadros que contienen imágenes de actos de agradecimiento a la Divinidad por la protección ante el advenimiento de fenómenos naturales considerados adversos, principalmente terremotos y erupciones volcánicas. En tales cuadros, en los que mediante dibujos se trata de ilustrar la disposición espacial del fenómeno natural (se marca inclusive la fecha y hora de la ocurrencia del evento), la incidencia sobre la población en ese entonces y las acciones de los actores locales más importantes; se constata la falta de una planificada acción social para enfrentar el advenimiento del suceso.

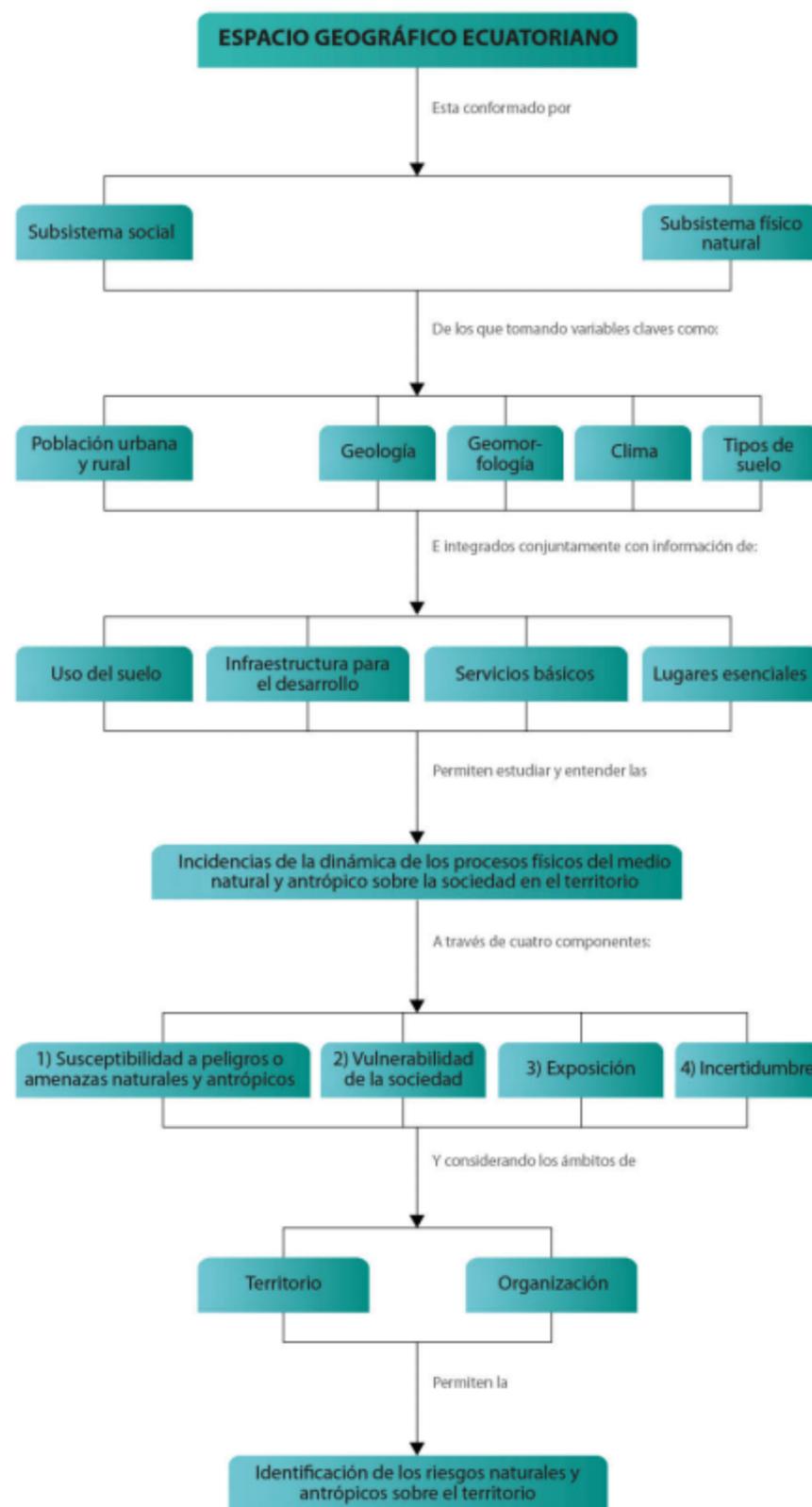


CONCEPTUALIZACIÓN Y PROBLEMÁTICA

En la historia más reciente, un concepto generalmente aceptado es el que ha definido al riesgo como la probabilidad de exceder un valor específico de daños a la población, en un lugar dado y durante un tiempo de exposición determinado. Se le asigna dos componentes: El peligro o amenaza, que representa el factor externo del riesgo, determinada por la potencial ocurrencia de un suceso, en este caso, de origen natural o antrópico, que puede manifestarse en un lugar específico, con una intensidad y duración determinadas; y, la vulnerabilidad que constituye el factor interno del riesgo y está ligada a la disposición intrínseca que tiene ese lugar específico a ser afectado. En esta definición se plantea el riesgo, en términos matemáticos, como el producto entre el peligro y la vulnerabilidad lo que condujo a los inconvenientes de colocar al peligro en el centro de los análisis propendiendo consecuentemente a que las definiciones de "vulnerabilidad" y "peligro" siempre se encuentren en el motivo de debate y en la orden del día de las mesas de discusiones sobre riesgos. Sin embargo, a partir de la obra publicada en 1986 por el sociólogo alemán Ulrich Beck, titulada: "La sociedad del riesgo: Hacia una nueva modernidad", surgen nuevos significados que le infieren al riesgo una marcada propensión social. Consecuentemente, las tendencias posteriores han sido abordar el problema colocando a la vulnerabilidad en la parte más importante de la reflexión a través de la determinación de lo que es fundamental en el espacio geográfico; es decir la población, el ambiente y la inversión económica que realiza la sociedad para hacer el espacio habitable, etc. La determinación de los lugares denominados "esenciales" que tienden a concentrarse en un determinado sitio geográfico cuyo daño traería consecuencias graves para el territorio, propuesta por D'Ercole (2002) en estudios aplicados sobre la ciudad de Quito, constituye un buen ejemplo a mencionar. Dentro de estos mismos lineamientos e infiriendo al constructo del riesgo una aproximación operativa para su análisis y aplicación práctica, Natenzon y Ríos (2015), agregan a los criterios ya conocidos de susceptibilidad, peligro o amenaza y vulnerabilidad, dos niveles adicionales, conformando cuatro componentes (con las definiciones y acotaciones que se desarrollan a continuación), aportando con ello elementos para el estudio de los riesgos que son los criterios que han guiado esta publicación (Figura 1. Diagrama conceptual.).

1. La susceptibilidad es la predisposición que tienen los terrenos para generar un evento natural o antrópico en función de sus características intrínsecas como por ejemplo la geología, geomorfología, tipo de suelo, cobertura vegetal, etc. Se trata de un valor cualitativo. En cambio el peligro o amenaza, se refiere a los eventos de orden físico-natural o antrópico que desencadenan los riesgos y catástrofes. Se trata de un valor cuantitativo cuyo rango probabilístico de ocurrencia

Figura 1. Diagrama conceptual del espacio geográfico ecuatoriano



se encuentra entre 0 y 1 y se analiza en función de la susceptibilidad y los factores detonantes como las lluvias, sismos, etc.

2. La vulnerabilidad social, que enmarcada dentro de la teoría crítica como la "sociedad del riesgo", implica heterogeneidades económicas, acceso a servicios básicos, desigualdades en la ocupación del espacio, etc., que se relacionan directamente con el grado de afectación del peligro hacia la sociedad, en términos económicos.
3. La exposición, se refiere a la ubicación y distribución, dentro del territorio, de lo que potencialmente es afectable como la población, las edificaciones, infraestructuras, cultivos, entre otros (Natenzon y Ríos, 2015). En este esquema, se acerca a la definición operativa del riesgo que conceptualiza como el producto entre la probabilidad de que se produzca un evento y el costo de reposición de los bienes afectados.
4. La incertidumbre, a criterio de Natenzon (2015), representa aquellos aspectos que surgen del desconocimiento sobre las otras componentes del riesgo. Así por ejemplo, las amenazas plantean variadas situaciones difíciles de predecir de acuerdo a los procesos físicos de la naturaleza, al igual que la vulnerabilidad que implica muchas situaciones heterogéneas, inclusive relacionadas directamente con el tipo de peligro o amenaza, así como también ligadas a aspectos normativos, de planificación institucional (instituciones que regulan y reglamentan el uso del suelo de un espacio geográfico), e inclusive ideológicos y culturales. Igualmente, las relacionadas a la espacialización que se realiza a través de la confección de mapas temáticos que en muchos casos son realizados sobre una base cartográfica georreferenciada pero a diferentes escalas y con trazados gráficos que se elaboran a través de lecturas de textos que describen los acontecimientos de los riesgos.

ESCALAS

La escala es la relación entre el tamaño de los elementos en un mapa y el tamaño de los objetos correspondientes en el mundo real. La escala se expresa comúnmente como una proporción o fracción representativa, como 1: 24 000. Esta escala significa que una unidad en el mapa es igual a 24 000 unidades en la Tierra. Otra forma de pensar es que los objetos en la Tierra son 24 000 veces más grandes que las características en el mapa que los representan.



El Uso de Escalas en la Espacialización de las Amenazas

Se reconoce que el tiempo de entrega y la precisión de la información proporcionada y utilizada son críticos cuando se trata de emergencias. Las formas tradicionales de mostrar mucha de la información en los mapas tenía muchas limitaciones, que ahora están siendo superadas con un gran avance en la forma en que se recopila, organiza, accede y comunica esta información.

En la espacialización de la amenaza, como en la elaboración de cualquier proceso de zonificación, las escalas en el análisis desempeñan un papel determinante, ya que no sólo dirigen la selección, la disponibilidad de información, sino que condicionan en gran medida la metodología empleada.

Consecuentemente la evaluación del riesgo puede abordarse en diferentes escalas espaciales, diferenciándose entre riesgo a escala local, regional y nacional. Esta distinción resulta fundamental a la hora de establecer un estudio del riesgo a escala nacional, el cual cubre áreas de varios cientos de miles a millones de kilómetros cuadrados; a escala regional, desde cientos hasta miles y a escala local de cientos de kilómetros cuadrados.

Escalas de Análisis para Amenazas por Inundaciones

Las evaluaciones de amenazas por inundaciones tienen diferentes usos por lo tanto diferentes niveles de detalle (Escalas):

- **Escala supranacional (Global, continental):** Se refiere a las evaluaciones de globo o continente entero, que abarca una gran cantidad de países y cuencas fluviales.

Este tipo de información es útil para la United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction (UNISDR) que coordina la producción del Informe Bienal de Evaluación Global sobre la reducción de Riesgos de Desastres.

A medida que las capacidades de modelación del riesgo de desastres aumentan, la aplicabilidad y el interés en la evaluación de las amenazas por inundación a escala global también aumenta. Por ejemplo, los institutos de financiación internacionales necesitan evaluaciones estratégicas de las amenazas por inundación a escala mundial para decidir donde invertir en actividades de reducción del riesgo.

Estas evaluaciones son importantes para apoyar a las políticas de adaptación del Cambio Climático y

desarrollar fondos públicos sólidos de ayuda en caso de desastre.

- **Macroescala:** Se refiere a las evaluaciones de países enteros, constan generalmente muchas cuencas hidrográficas.

En algunos países las evaluaciones de las amenazas por inundación se han realizado a escala nacional, lo que significa que una representación cartográfica de información sobre inundaciones en todo el país se ha desarrollado.

Las representaciones cartográficas de amenazas por inundaciones a esta escala se diseñan para alertar al público en cuanto a los riesgos que enfrentan en un país y para la priorización de inversión.

- **Mesoescala:** Se refiere a una determinada provincia, cuenca hidrográfica o ciudad grande.

Los estudios con una mesoescala a menudo se utilizan para explorar futuros escenarios, relacionados con los impactos del cambio climático y crecimiento socioeconómico. Además en varios países cada unidad administrativa es responsable de la gestión de inundaciones por lo tanto muchas autoridades han emprendido evaluaciones de peligros y riesgos de inundación para ejecutar medidas estructurales de mitigación de inundaciones e incrementar la conciencia pública en su territorio.

- **Microescala:** Se refiere a una ciudad o un tramo de río específico.

Las evaluaciones de amenazas por inundación con microescala se llevan a cabo con información detallada acerca de la elevación del terreno (por ejemplo, a través de datos lidar), estructuras hidráulicas (por ejemplo, diques, presas), información de las construcciones, etc. Tales evaluaciones locales de riesgo de inundación a menudo se llevan a cabo para optimizar inversiones a través de la relación costo-eficacia de estructuras y otras medidas para la reducción del riesgo de inundación. Otros propósitos son el desarrollo de mapas de riesgos y amenazas que respalden el desarrollo de conceptos locales de gestión de inundaciones y planificación urbana. Esta información de riesgo espacializada permite a las comunidades, empresas y personas prepararse para desastres.

(Moel, Jongman, Kreibich, & Merz, 2015)

Escalas de Análisis para Amenazas Volcánicas

La evaluación de amenazas volcánicas es un proceso complejo y multidisciplinario que, además de los planificadores, requiere insumos especializados de geocientíficos e ingenieros, denominados mapas de amenazas volcánicas a una escala apropiada.

Los mapas de amenazas volcánicas, son un caso especial, porque en estos mapas constan un número de diferentes amenazas, las cuales tienen efectos e intensidades diferentes que necesitan ser presentadas en una forma combinada.

La escala de estos mapas debe decidirse al comienzo de la evaluación de geólogos, generalmente se producen a escalas que varían de 1: 50 000 a 1: 200 000 dependiendo del tamaño del volcán, aunque la información a escala regional o nacional puede ser necesario para retratar la amenaza de la ceniza dispersa. (Dunkley P; Young S, 2000)

Escalas de Análisis para Amenazas por Sismos

Se pueden distinguir tres tipos de escenarios en la zonificación sísmica:

- **Mapas de zonificación sísmica general:** Se realiza en escala 1: 5 000 000 o 1: 2 500 000
- **Mapas de zonificación sísmica detallada:** Entre 1: 1 000 000 y 1: 200 000
- **Mapas de microzonificación sísmica:** En escala 1: 25 000 o escalas mas grandes. Estos mapas a gran escala demarcan áreas de acuerdo con su potencial de riesgo sísmico y son útiles para estimar la población y propiedad en riesgo y designar los usos de tierra y los diseños estructurales sismoresistentes apropiados para cada unidad del terreno. Tales mapas son raramente disponibles, usualmente para áreas metropolitanas que tienen una larga historia de eventos sísmicos. (Zaalishvili, 2012)

Escalas de Análisis para Amenazas por Deslizamientos

Los estudios de amenazas por deslizamientos se realizan para muchos propósitos. Algunos de ellos pueden ser:

- Para un estudio de impacto ambiental de trabajos de ingeniería.
- Para manejo de desastres en un pueblo o ciudad.



- Para la modelación de la producción de sedimentos en una cuenca.
- Para proyectos de manejo de cuencas.
- Para proyectos de participación comunitaria en el manejo de desastres.
- Para concientizar o alertar a los tomadores de decisiones.

Cada uno de estos objetivos tendrá requerimientos específicos en lo que respecta a la escala de trabajo, el método de análisis y el tipo y detalle de los datos de entrada que deberán ser colectados.

Escala de análisis nacional para amenazas por deslizamientos.

Menor de 1: 1 000 000, cubriendo un país completo, con la intención de advertir o alertar a los tomadores de decisiones y al público en general. Los mapas en esta escala frecuentemente se elaboran para ser incluidos en los atlas nacionales.

Escala de análisis regional para amenazas por deslizamientos.

Entre 1: 100 000 y 1: 1 000 000, cubriendo una cuenca de área grande, o una unidad política de un país. Los mapas a esta escala generalmente se elaboran en las fases de reconocimiento de los proyectos de planeación para la construcción de trabajos de infraestructura o proyectos de desarrollo agrícola.

Escala de análisis media para amenazas por deslizamientos

Entre 1: 25 000 y 1: 100 000, cubriendo una municipalidad o una cuenca de área pequeña. Se elaboran para las fases de planificación detalladas de los proyectos de construcción de infraestructura, estudios de impacto ambiental y planificación municipal.

Escala de análisis grande para amenazas por deslizamientos.

Entre 1: 2 000 y 1: 25 000, cubriendo un pueblo o (parte de) una ciudad. Son utilizados para la prevención de desastres y la generación de mapas de riesgos, así como las fases de diseño de los trabajos de ingeniería.

Escala de análisis de sitio de investigación para amenazas por deslizamientos.

Entre 1: 200 a 1: 2 000, cubriendo, ya sea, el área donde los trabajos de ingeniería se llevarán a cabo, o un solo deslizamiento. Son utilizados para trabajos de ingeniería detallados, tales como carreteras, puentes, túneles, diques y la construcción de estabilizadores de pendiente. (Suarez, 1998)

Relaciones Resolución/Escala en Imágenes Satelitales y Mapas

“Es necesario tener en cuenta que la unidad mínima de resolución necesaria (UMR) o tamaño del píxel (Resolución) garantice la percepción visual de la información que aporta la imagen en relación con la escala de mapa para la cual se pretende utilizar. En primer lugar se debe tener en cuenta la tolerancia gráfica para la escala del mapa. La tolerancia gráfica (TG) o error medio admisible (EMA) tiene en cuenta el error que puede cometer el hombre en la percepción visual de un elemento durante su posicionamiento en el mapa, este error se conoce que es 0.2mm (el ojo humano es capaz de percibir una parte de 1mm dividido en cinco partes). La imagen a emplear debe tener un tamaño de píxel que garantice este nivel de percepción en relación con la escala del mapa, y que a su vez esté comprendida en al menos dos píxeles según la Teoría de Nyquist, de lo anterior se deduce la siguiente tabla que resume el tamaño de píxel necesario para garantizar la interpretación de la información presente en la imagen” (Árias S.I., 2007):

Tabla 1. Relación de escalas

ESCALA MAPA	EMA (0,2 mm a esc.) Metros	Tamaño de píxel (UMR) EMA/2 - m	UMR/2 Al menos dos píxeles
1: 2 000	0,4	0,20	0,10
1: 5 000	1	0,50	0,25
1: 10 000	2	1	0,50
1: 25 000	5	2,5	1,25
1: 50 000	10	5	2,50
1: 100 000	20	10	5

Relación resolución/escala en imágenes satelitales y mapas (Árias S.I., 2007)

Limitaciones de los Mapas de Amenazas

Los mapas de amenaza deben ser precisos, completos, creíbles y utilizables (Jones, 1993). La precisión de los mapas se refiere a que reflejen correctamente las amenazas, su tipo, magnitud etc. Es común que estos mapas exageren las amenazas o que por el contrario, no identifiquen de manera correcta las áreas potencialmente significativas de amenaza.

Para que sea utilizable, el mapa debe ser presentado y descrito de forma que pueda ser entendido por los no-especialistas. Generalmente, los profesionales que manejan la planeación no son especialistas en ciencias de la Tierra y ellos son los principales usuarios de los mapas.

Dificultades para definir las probabilidades espaciales

- La mayoría de los mapas que se elaboran en la actualidad, son cualitativos y se concentran principalmente, en establecer la susceptibilidad. En ocasiones se confunde la amenaza con la susceptibilidad. La mayoría de materiales geológicos poseen algún grado de susceptibilidad a los deslizamientos, pero esto no implica que se pueda presentar una amenaza.
- Es muy común la simplificación y la generalización. La falta de información específica o de conocimiento de los diversos factores involucrados, y/o la falta de inventarios completos, puede derivar en la generalización de los mapas.
- Existe la tendencia a sobredimensionar las amenazas. Áreas con amenaza baja o sin amenaza, pueden ser mapeadas como áreas de amenaza alta. El magnificar la amenaza en los mapas puede conducir a que éstos no sean creíbles o se causen daños innecesarios a la comunidad. La causa de este problema generalmente, es la suposición de escenarios extremos no reales, ocasionados por el afán de mostrar en el mapa zonas de amenaza alta.
- La información para los modelos suele ser escasa y puntual. Si la información no es completa, los mapas pueden ser imprecisos o inconsistentes.

Incertidumbre y precisión de los modelos

Todos los métodos disponibles para el análisis regional de amenazas, tienen cierto nivel de incertidumbre relacionada con la falta de conocimiento detallado de las áreas mapeadas y la variabilidad espacial. Esto ocurre porque los análisis requieren algunas generalizaciones y simplificaciones. La precisión de los mapas de amenaza depende de la calidad y volumen de la información utilizada para su elaboración. Si la información es imprecisa o incompleta, el mapa de amenaza puede no solamente ser impreciso sino inconsistente.



OBJETIVOS

Con la consideración de los criterios planteados, el objetivo del estudio que se presenta en este Atlas es el de espacializar los riesgos en base a las diferentes escalas; diferenciando entonces varios tipos de vulnerabilidad y riesgos, fundamentados en la ubicación de la población y proyectos de inversión (carreteras, infraestructuras, tierras agrícolas, etc.) que pueden ser afectados por una amenaza: morfológica, sísmica, volcánica, etc.) y determinando así mismo, cuáles son los lugares en donde la presencia de estos eventos es significativa tanto en el ámbito local como regional. Por ejemplo, deslizamientos e inundaciones que se producen principalmente en la costa ecuatoriana; lugares esenciales, dentro de este mismo ámbito como son los centros poblados, las plantas de tratamiento de agua potable, los grandes proyectos hidroeléctricos e hídricos que abastecen a toda la región, la infraestructura vial y otros que pueden ser afectados por una amenaza natural o antrópica.

ASPECTOS FÍSICO-NATURALES

Como se ha indicado, en el Ecuador el tema de los riesgos naturales ha sido una constante a través de los tiempos, desencadenados a partir de algunos factores intrínsecos del medio físico-natural que estructuran una problemática particular a través de ciertas restricciones que ofrece el sitio para el desarrollo de las actividades humanas: el relieve, su geomorfología el clima, el suelo, etc., de los que a continuación se realiza una breve descripción.

Relieve

Los rasgos físicos en la superficie terrestre ecuatoriana se enmarcan dentro de los siguientes conjuntos identificados por regiones.

- **La Costa.-** Se extiende desde la línea costera hasta la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes a una altitud aproximada de 1 200 m. Su mayor anchura (180 km.), la encontramos en la franja latitudinal Guayaquil-Portoviejo; hacia el Sur de Guayaquil la zona se estrecha a una pequeña franja de 20 a 40 km. En este conjunto encontramos: al este, una zona de piedemonte que se caracteriza por relieves homogéneos, con pendientes inferiores al 25 %. A continuación, se encuentra una zona baja de 30 a 80 km. de ancho, de acuerdo al sitio, localizada en el Centro-Este y en el Sur de la región; se trata de una gran llanura cuyo relieve presenta superficies planas a ligeramente onduladas talladas por estrechas gargantas de alrededor de 50 m., de profundidad. Al sur de Babahoyo, estas planicies onduladas están reemplazadas por una llanura aluvial baja, totalmente plana con altitudes inferiores a 20 m. A continuación

encontramos una zona occidental en donde se localizan los relieves altos y moderados desarrollados sobre rocas sedimentarias. En la parte occidental se encuentra la cordillera costanera, Chongón-Colonche.

- **La Sierra.-** Está formada por dos cordilleras: la Occidental y la Oriental, dispuestas en dirección meridiana, con vertientes exteriores muy abruptas. Estas cordilleras se caracterizan por una declinación general de altitudes y una masividad decreciente de norte a sur; así, desde la frontera con Colombia hasta Alausí, estas cordilleras están coronadas por dos filas de volcanes de dinamismo explosivo. De la región de Alausí hacia el Sur, el relieve se presenta bajo, en forma de planicies altas con superficies onduladas.
- **La Amazonía.-** Se localiza a partir del pie de la vertiente Oriental de la cordillera de los Andes. Entre las cotas 500 y 1 500 se encuentra una faja de 50 km., de ancho que se asemeja a una tercera cordillera interrumpida en el sector del Puyo. Hacia el este, debajo de la cota 300 m. hasta el límite oriental con el Perú, se extiende la llanura amazónica, constituida por un paisaje monótono con pequeñas colinas de unos 50 m., de altura aproximadamente.
- **La Región Insular.-** Está integrada por 13 islas mayores ubicadas a una distancia entre 900 y 1 200 km., del continente. Estas islas de superficie variable, están constituidas por volcanes que emergen del mar con laderas suaves. Las calderas de los volcanes culminan a 1 600 m., aproximadamente.

Suelos

En el Ecuador se encuentra los siguientes tipos de suelos:

- **Suelos aluviales.-** Los suelos poco hidromórficos son muy fértiles y con múltiples posibilidades agrícolas. Los suelos de carácter ándico se encuentran sobre relieves ondulados del piedemonte oriental; son de origen volcánico y constituyen el potencial agrícola de la región Amazónica. Los hidromórficos se sitúan sobre relieves planos de las llanuras aluviales y valles fluviales de la Amazonía. Los suelos saturados de agua salina se encuentran en las zonas litorales y marinas (manglares, salitres).
- **Suelos sobre proyecciones volcánicas.-** Se sitúan en la Sierra y están formados sobre depósitos de lúpilis y cenizas que se transforman, según el clima, en arcilla o alófono. Los suelos arenosos se localizan alrededor de los volcanes más recientes o en zonas secas. Los suelos francos son ricos en

materia orgánica y nutrientes, siendo los más fértiles los del Callejón Interandino. Los suelos alofánicos se sitúan en los lugares donde el frío y las fuertes pendientes limitan su utilización. Los alofánicos muy húmedos corresponden a zonas muy lluviosas; su fertilidad es baja y la utilización agropecuaria, muy problemática.

- **Suelos sobre materiales antiguos.-** La influencia del clima sobre estos materiales es determinante, pues favorece la presencia de arcillas de los tipos montmorillonita o caolinita.
- **Suelos con montmorillonita.-** Los vertisoles son suelos muy plásticos cuando están húmedos y muy duros y fisurados, cuando están secos. Los planosoles ocupan ciertos lugares planos, y se caracterizan por su horizonte superior arenoso o limoso sobre una capa de arcilla.

Los suelos sin características vérticas se presentan en zonas húmedas y son más o menos ricos, según el gradiente de precipitación. Los molisoles se sitúan en las partes altas de la cordillera costanera, donde la humedad favorece la acumulación de materia orgánica. Los suelos rejuvenecidos por erosión poco profundos se sitúan sobre mesas de areniscas fuertemente disectadas.

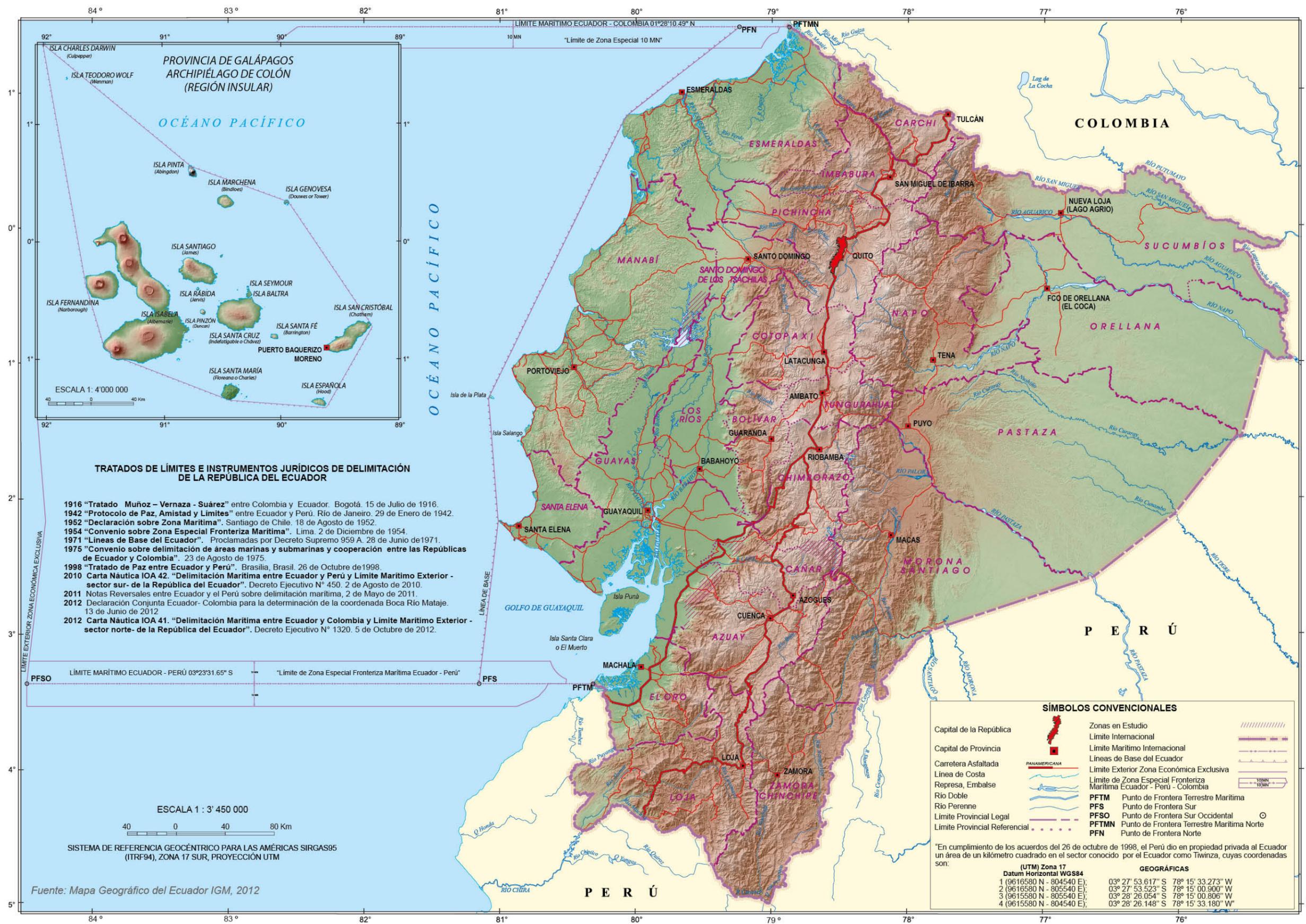
- **Suelos con caolinita.-** Son generalmente muy pobres y compactos. Los más ricos en nutrientes están en contacto con las regiones menos húmedas.
- **Suelos minerales.-** Corresponden a afloramientos rocosos situados sobre lavas recientes de las islas Galápagos, sobre las cimas de Los Andes o en áreas completamente erosionadas de zonas secas.

Pluviometría

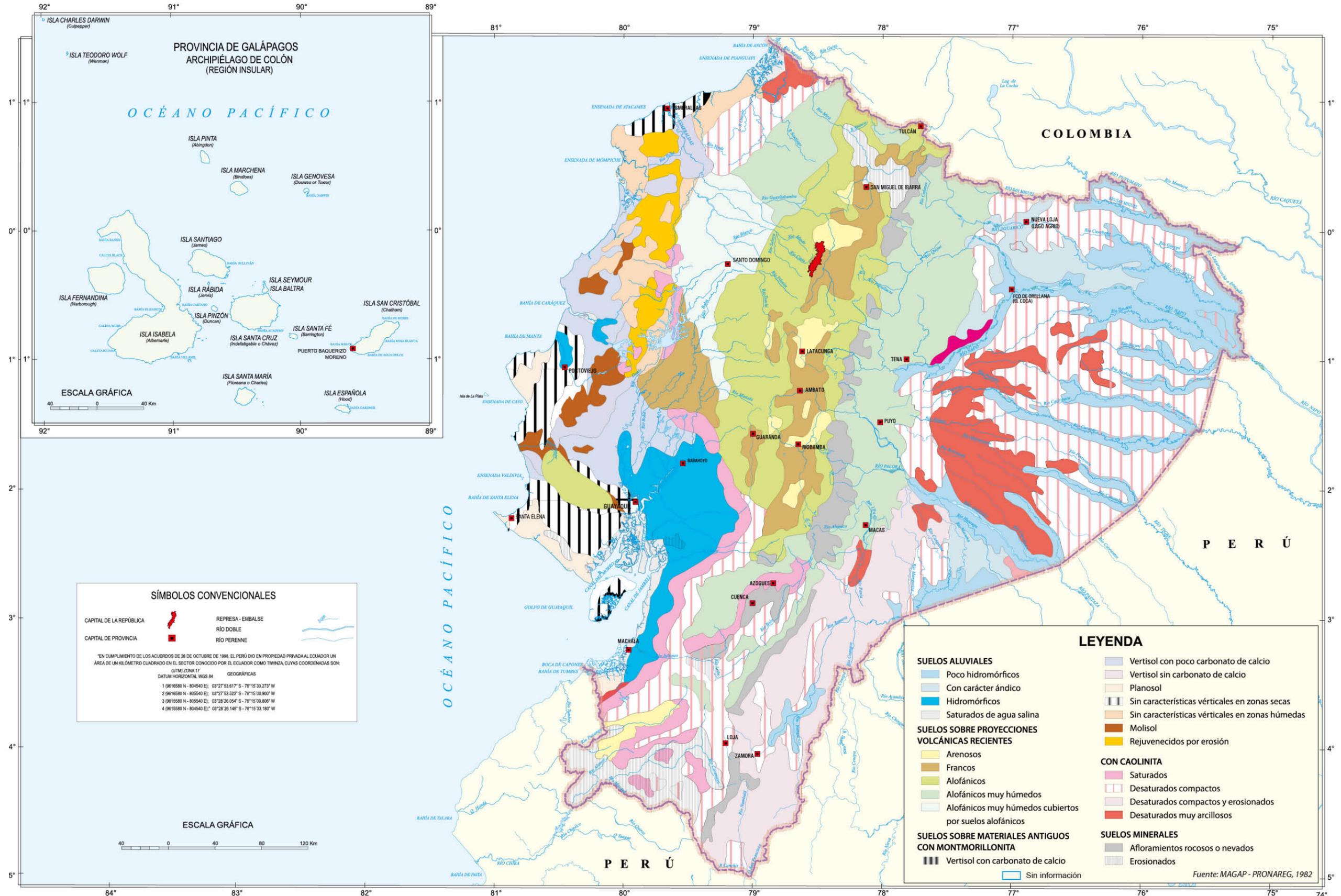
Es conocido que el Ecuador en su conjunto puede considerarse un país privilegiado en materia de recursos hídricos, dentro del contexto mundial. La escorrentía media total, es decir el volumen de agua de las precipitaciones que escurre por los cauces superficiales y subterráneos, supone unos 432 mil hectómetros cúbicos por año, lo que da una escorrentía específica de unos 1 600 mm/año, cifra muy superior a la media mundial, que es del orden de 300 mm/año.

Esta situación coloca al país en una escala privilegiada en lo referente al recurso agua. No obstante, la gran variedad de condiciones físico-climáticas, plantea ciertos problemas en la distribución de las precipitaciones: altas en la región Amazónica y Costa norte y bajas en la Costa centro y sur, así como en las diferentes cuencas interandinas.

Mapa de Relieve del Ecuador



Mapa de Suelos



SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		REPRESA - EMBALSE	
CAPITAL DE PROVINCIA		RÍO DOBLE	
		RÍO PERENNE	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TIMINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17
 DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

1 9816580 N - 804540 E; 03°27'33.617" S - 78°15'33.273" W
2 9816580 N - 805540 E; 03°27'33.525" S - 78°15'00.800" W
3 9815580 N - 805540 E; 03°28'26.054" S - 78°15'00.800" W
4 9815580 N - 804540 E; 03°28'26.148" S - 78°15'33.187" W

LEYENDA

SUELOS ALUVIALES	Vertisol con poco carbonato de calcio
Poco hidromórficos	Vertisol sin carbonato de calcio
Con carácter ándico	Planosol
Hidromórficos	Sin características vérticales en zonas secas
Saturados de agua salina	Sin características vérticales en zonas húmedas
SUELOS SOBRE PROYECCIONES VOLCÁNICAS RECIENTES	Molisol
Arenosos	Rejuvenecidos por erosión
Francos	
Alofánicos	CON CAOLINITA
Alofánicos muy húmedos	Saturados
Alofánicos muy húmedos cubiertos por suelos alofánicos	Desaturados compactos
SUELOS SOBRE MATERIALES ANTIGUOS CON MONTMORILLONITA	Desaturados compactos y erosionados
Vertisol con carbonato de calcio	Desaturados muy arcillosos
Sin información	SUELOS MINERALES
	Afloramientos rocosos o nevados
	Erosionados

Fuente: MAGAP - PRONAREG, 1982



En el Ecuador existen dos grandes cuenca-vertientes que recogen el líquido vital proveniente de las lluvias a través de una concentrada red hidrográfica, en la vertiente del río Amazonas se genera alrededor del 70% del caudal medio del país y en ella se asienta el 18% de la población ecuatoriana.

Los usos mayores del agua en las subcuencas andinas son: abastecimiento humano, agropecuario y, en menor escala, industrial. En las estribaciones andinas orientales y en el inicio de la llanura amazónica, el uso mayor del agua se relaciona con la preservación del equilibrio de los ecosistemas amazónicos, la generación hidroeléctrica y otros con menor demanda como consumo humano y navegación fluvial.

En la vertiente del Pacífico se genera el 30% del caudal medio del Ecuador. En ella se asienta el 82% de la población nacional, así como las más grandes ciudades y centros poblados (Quito y Guayaquil), con la casi totalidad de industrias y las mayores parcelas agrícolas que producen para el mercado interno y externo; por lo tanto, en esta vertiente se producen las mayores demandas para el abastecimiento poblacional agropecuario e industrial, generación hidroeléctrica en las cuencas medias, mantenimiento de los ecosistemas de las estribaciones andinas y la navegación fluvial en varios cursos bajos, particularmente en la cuenca del río Guayas.

Clima

La determinación del clima está ligado no solamente a factores atmosféricos, sino también a la geografía física del lugar; así, la cordillera de Los Andes influye en la humedad porque provoca el ascenso y enfriamiento del aire proveniente de la Costa y de la región Amazónica, proceso que origina mucha lluvia en las vertientes externas de la cordillera y sequía en ciertos valles interandinos.

En la Costa, el régimen anual de humedad no es uniforme debido a que recibe la influencia de dos corrientes marinas: de enero a abril, la corriente de El Niño trae aire húmedo y caliente que promueve la lluvia, y la corriente de Humboldt, durante los demás meses de año, que transporta aire frío y promueve efectos contrarios.

El ambiente caluroso de la región Amazónica por estar ubicado en la zona ecuatorial, origina el ascenso vertical del aire y permite condiciones húmedas durante todo el año.

Con las consideraciones anteriores, se divide al Ecuador en nueve climas:

- **Tropical megatérmico semi árido.-** La pluviometría anual es inferior a 500 mm. recogidos entre enero

y abril. El verano es muy seco y las temperaturas elevadas.

- **Tropical megatérmico seco.-** Es el clima donde se acentúa la escasez de humedad entre junio y noviembre. La lluvia anual es de 500 a 1 000 mm.
- **Tropical megatérmico semi húmedo.-** Es tan caluroso como el clima anterior, pero posee una estación seca (junio a noviembre) y la lluvia total anual está entre 1 000 y 2 000 mm.
- **Megatérmico lluvioso.-** Se caracteriza por una temperatura media anual de 25°C; recibe anualmente más de 3 000 mm de lluvia, distribuidos uniformemente durante todo el año.
- **Tropical megatérmico húmedo.-** Las temperaturas son casi uniformes y varían muy poco, Las lluvias se presentan en todo el año con un predominio más marcado en invierno que en verano.
- **Ecuatorial mesotérmico seco.-** El clima mesotérmico semihúmedo se caracteriza por temperaturas irregulares, siendo más elevadas en los meses de marzo y septiembre; los meses de junio y julio coinciden con los promedios más bajos.
- **Ecuatorial semi húmedo.-** En el clima mesotérmico seco la temperatura fluctúa entre 18 y 22°C con poca variación entre verano e invierno, dos estaciones lluviosas recogen menos de 500 mm., anualmente.
- **Ecuatorial de alta montaña.-** Está siempre ubicado sobre los 3 000 m., de altitud. La temperatura media depende de la altura, pero fluctúa alrededor de los 8°C. La pluviometría anual es variable, comprendida entre 1 000 y 2 000 mm., según la altitud.
- **Nival.-** Este clima se ubica sobre los 4 500 m., de altitud, correspondiente aproximadamente con la isoterma de los 0°C.

Uso del Suelo

En la Sierra, la frontera agrícola fluctúa entre los 3 200 y 3 800 m.s.n.m.; sobre estas alturas, se ubica una franja muy angosta y discontinua de matorral y extensas praderas naturales (páramo). Los cultivos se localizan en determinado nivel altitudinal para aprovechar las condiciones de temperatura, así: en el piso superior, localizado sobre los 3 200 m.s.n.m., se cultiva cebada, trigo, haba, papa, entre otros. El piso medio, que se extiende

entre los 2 400 y 3 200 m.s.n.m., es apto para el cultivo de maíz, fréjol trepador, trigo de variedad templada y pastos. El piso inferior (debajo de los 2 400 m.s.n.m.), es aprovechado para el cultivo de caña de azúcar, tomate, fréjol de mata y frutales. En los frentes de desmonte ubicados en las vertientes exteriores de la cordillera, es notable la presencia de pastizales, los cuales desplazan progresivamente al bosque nativo.

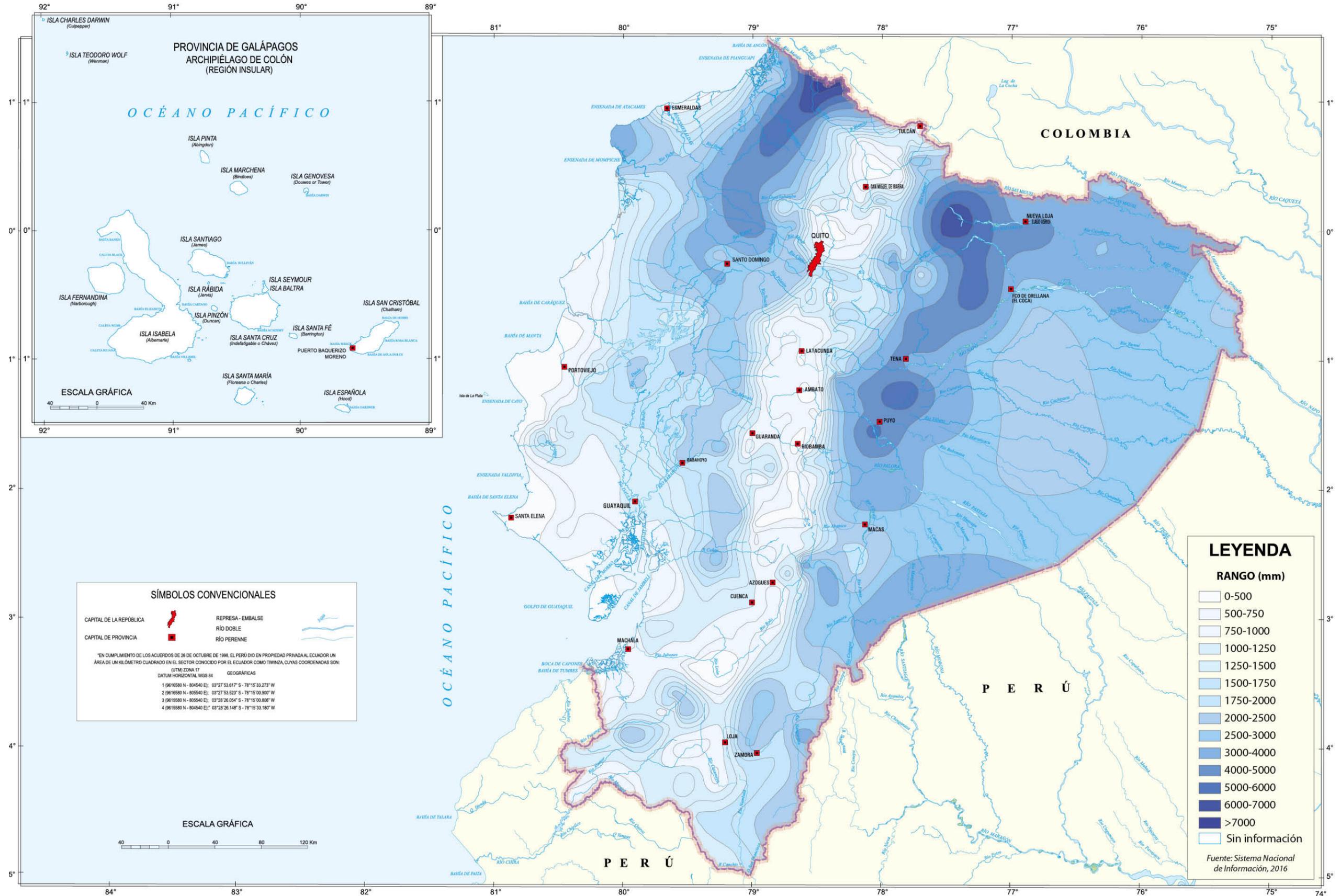
En la Costa, la utilización del suelo, está marcada fuertemente por la variación de la humedad así: la parte suroeste desértica, localizada en la península de Santa Elena y regiones vecinas a la frontera con Perú, es ocupada por formaciones arbóreas y arbustivas secas, con predominio de ceibos y cactus; los sectores próximos a las zonas húmedas son utilizados para la siembra de algodón; en el sector noreste húmedo, existe una zona cubierta por un bosque tropical denso y pequeñas áreas dedicadas al cultivo de plantaciones permanentes de banano, palma y pastizales; la región central y sureste, caracterizada por un clima tropical - húmedo con estación seca, le confiere las condiciones más favorables para la explotación agrícola; así por ejemplo, los relieves costeros, donde la nubosidad se halla sobre los 300 m.s.n.m., han favorecido la implantación de una arboricultura tropical (café, cacao, cítricos); las planicies localizadas en la cuenca baja del Guayas, son aprovechadas para el cultivo de arroz, banano y caña de azúcar, principalmente.

En la región Amazónica, en el piedemonte andino y a lo largo de las vías de comunicación, el bosque ha sido sustituido por la ganadería extensiva introducida por los colonos y cultivos como la naranjilla, té, yuca, caña de azúcar, palma africana y arboricultura tropical, principalmente; las áreas que representan grandes extensiones, se hallan cubiertas por una selva virgen.

En Galápagos, a excepción de las cuatro zonas de colonización, donde se siembra desde cultivos estacionales y permanentes hasta pastizales, todas las islas se hallan cubiertas por una vegetación arbustiva y arbórea nativas.



Mapa de Pluviometría



LEYENDA

RANGO (mm)

- 0-500
- 500-750
- 750-1000
- 1000-1250
- 1250-1500
- 1500-1750
- 1750-2000
- 2000-2500
- 2500-3000
- 3000-4000
- 4000-5000
- 5000-6000
- 6000-7000
- >7000
- Sin información

Fuente: Sistema Nacional de Información, 2016

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

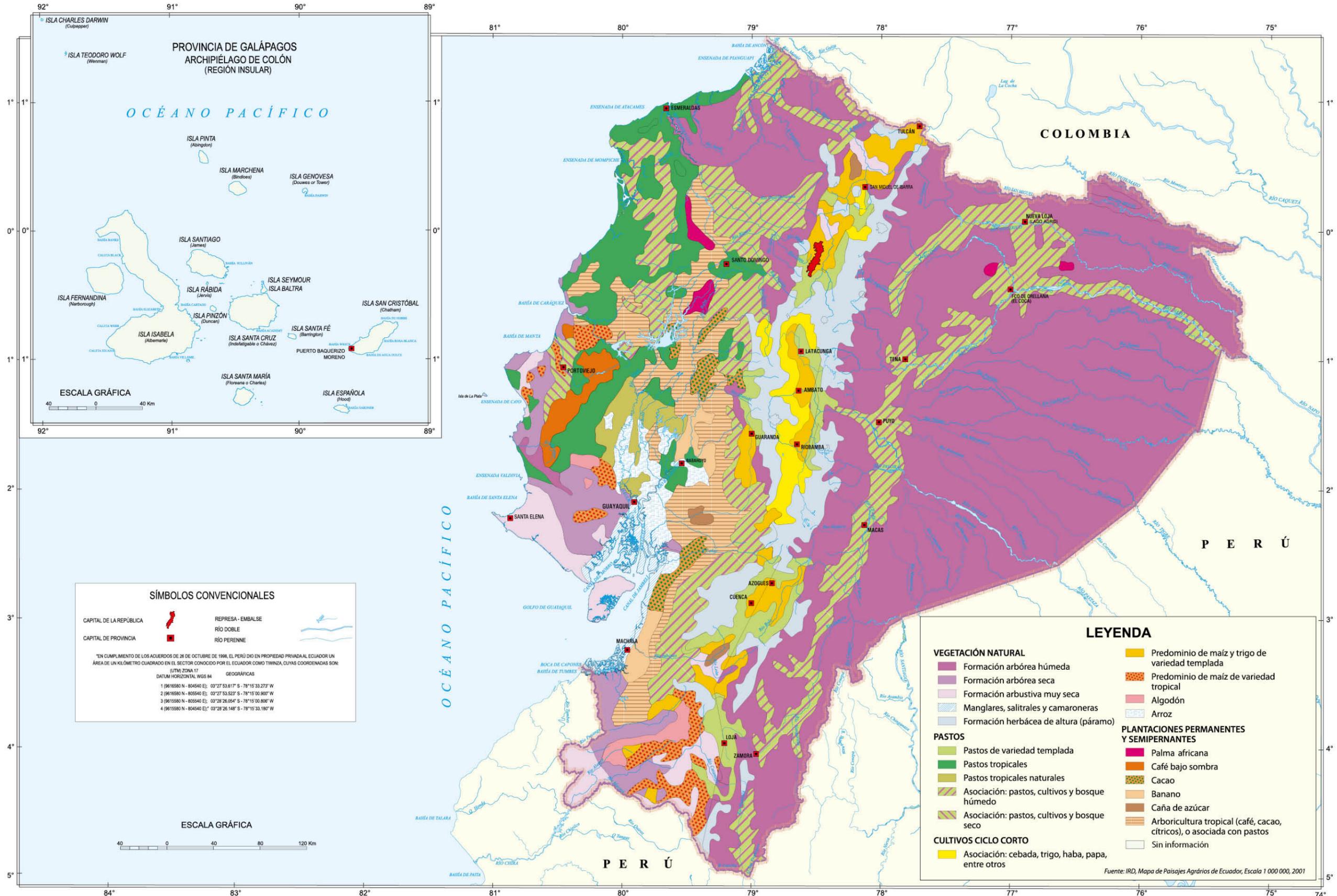
CAPITAL DE LA REPÚBLICA		REPRESA - EMBALSE	
CAPITAL DE PROVINCIA		RÍO DOBLE	
		RÍO PERENNE	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TIMZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17
DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

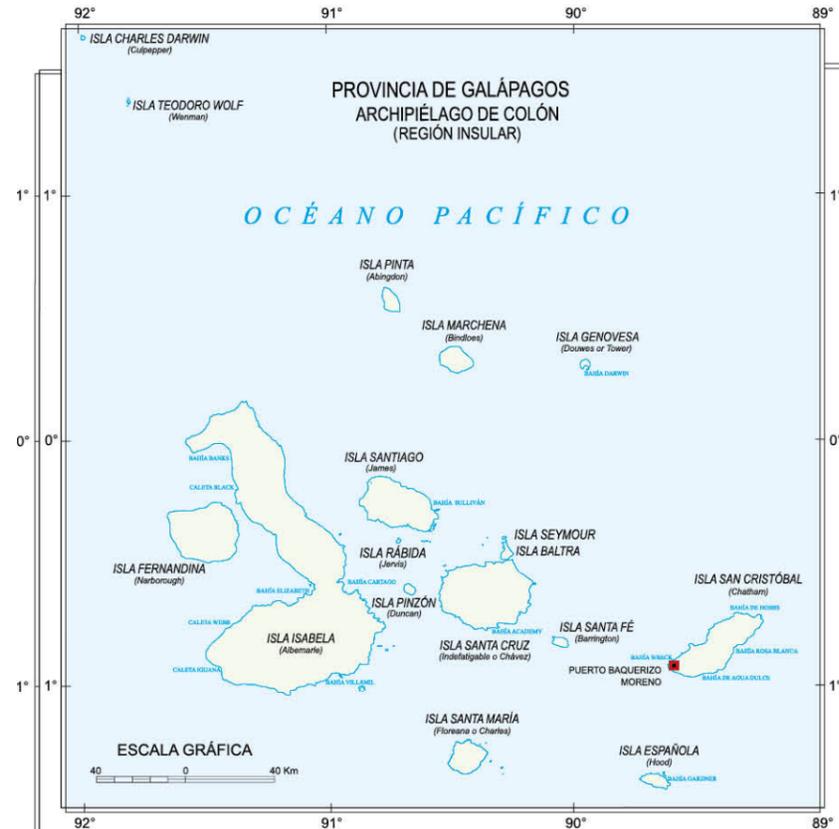
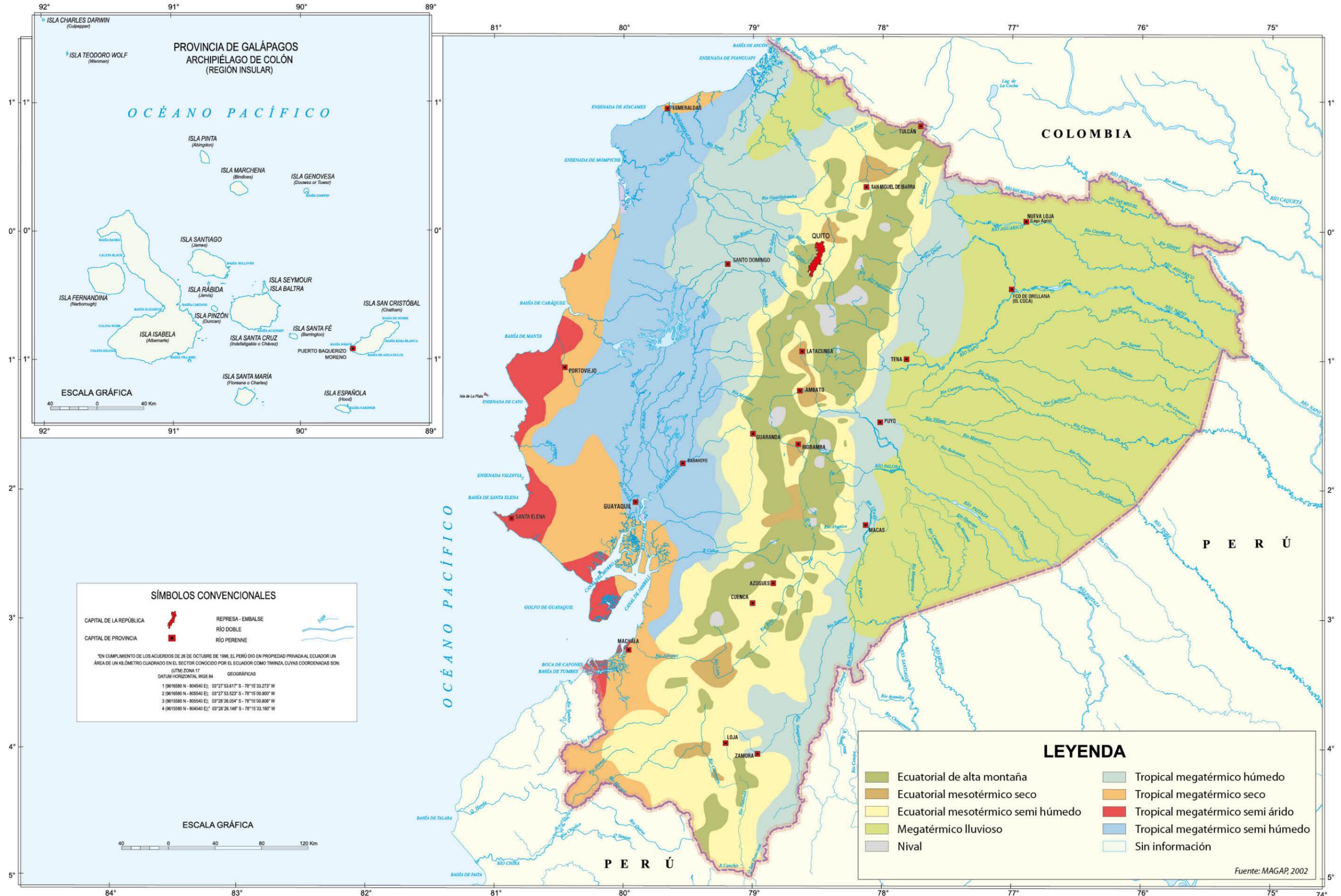
1 9816580 N - 804540 E;	03°27'33.617" S - 78°15'33.273" W
2 9816580 N - 805540 E;	03°27'33.523" S - 78°15'00.800" W
3 9815580 N - 805540 E;	03°28'26.054" S - 78°15'00.800" W
4 9815580 N - 804540 E;	03°28'26.148" S - 78°15'33.187" W

Mapa de Uso de Suelo





Mapa de Tipos de Clima



SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		REPRESA - EMBALSE	
CAPITAL DE PROVINCIA		RÍO DOBLE	
		RÍO PERENNE	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

UTM ZONA 17		GEOGRÁFICAS	
DATUM HORIZONTAL WGS 84			
1 9816580 N - 804540 E	03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W		
2 9816580 N - 805540 E	03°27'53.525" S - 78°15'00.800" W		
3 9815580 N - 805540 E	03°28'26.054" S - 78°15'00.800" W		
4 9815580 N - 804540 E	03°28'26.148" S - 78°15'33.187" W		

LEYENDA

	Ecuatorial de alta montaña		Tropical megatérmico húmedo
	Ecuatorial mesotérmico seco		Tropical megatérmico seco
	Ecuatorial mesotérmico semi húmedo		Tropical megatérmico semi árido
	Megatérmico lluvioso		Tropical megatérmico semi húmedo
	Nival		Sin información

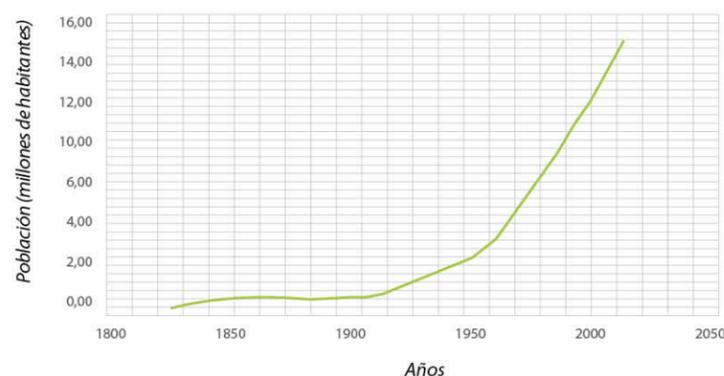
Fuente: MAGAP, 2002

ASPECTOS DE LA OCUPACIÓN DEL TERRITORIO

Población

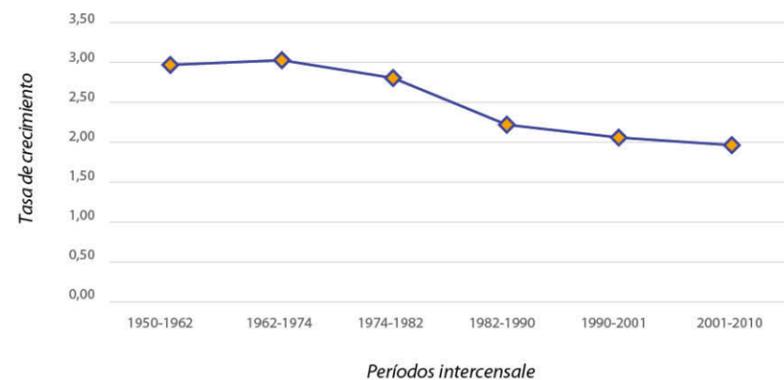
Una de las características del Ecuador es su significativa dinámica de ocupación del espacio geográfico como resultado de un crecimiento poblacional bastante acelerado. En efecto se constata que desde 1950, año del primer censo oficial, el país contaba con una población de tres millones de habitantes, sesenta y cinco años más tarde la población se ha multiplicado por 5 y aunque la tasa de crecimiento promedio ha disminuido a un 2%, todavía es alta (gráficos 1 y 2)

Gráfico 1. Evolución de la población desde el año 1800 al 2010



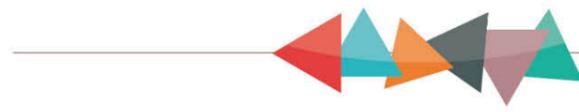
Fuente: INEC, varios años

Gráfico 2. Tasa de crecimiento promedio anual desde el año 1950 al 2010

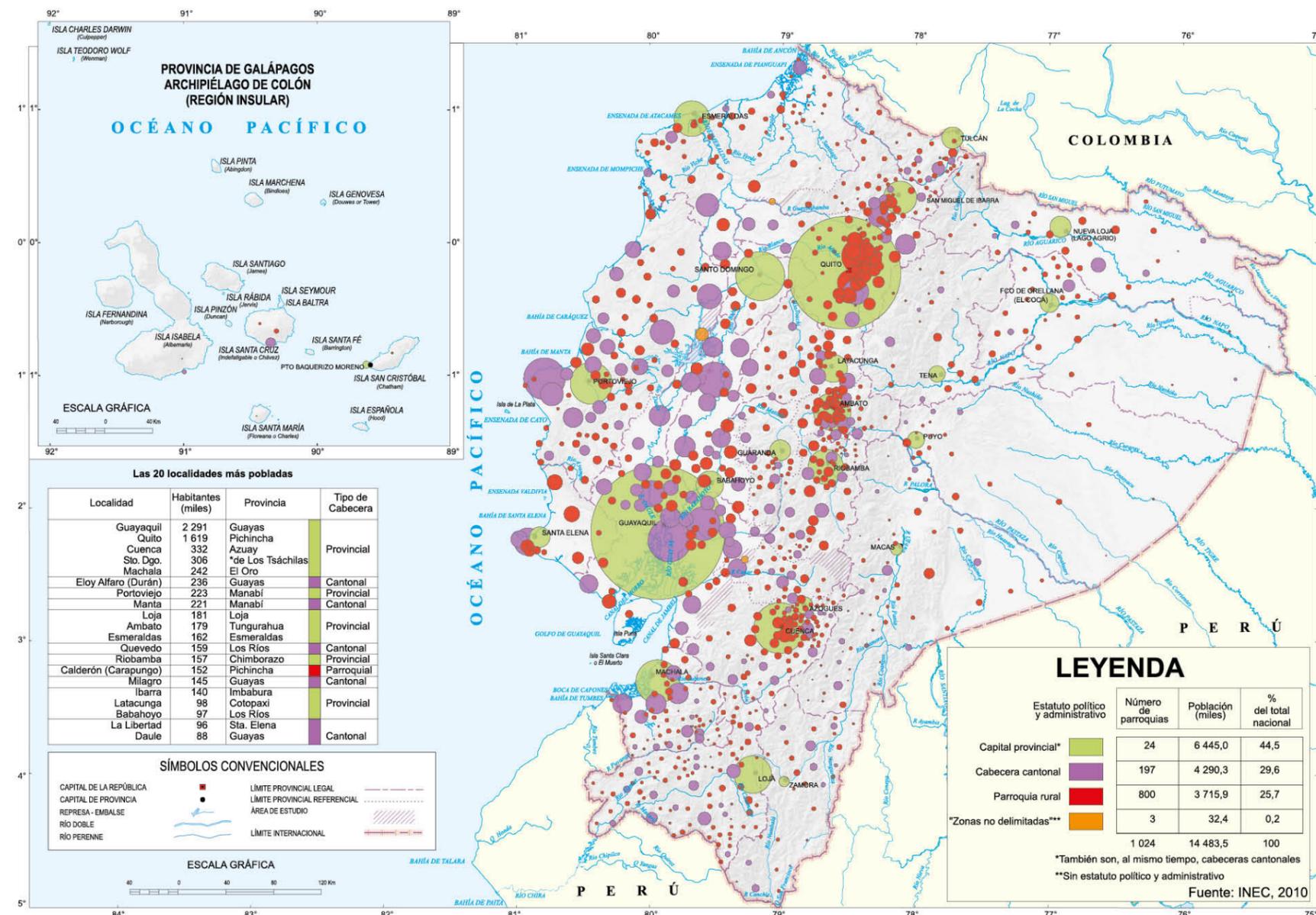


Fuente: INEC, varios años

Especialmente, esta dinámica se traduce en una densa red de centros poblados, o visto en una representación coroplética, en áreas donde existe una alta presión sobre la ocupación del suelo.



Mapa de Red de Centros Poblados



Infraestructura

En el Ecuador existen algunos tipos de infraestructura como la vialidad terrestre, puertos marítimos, aeropuertos, redes de distribución de energía y petrolera que tienen gran importancia para el desarrollo socioeconómico, que podrían ser afectados por peligros naturales.

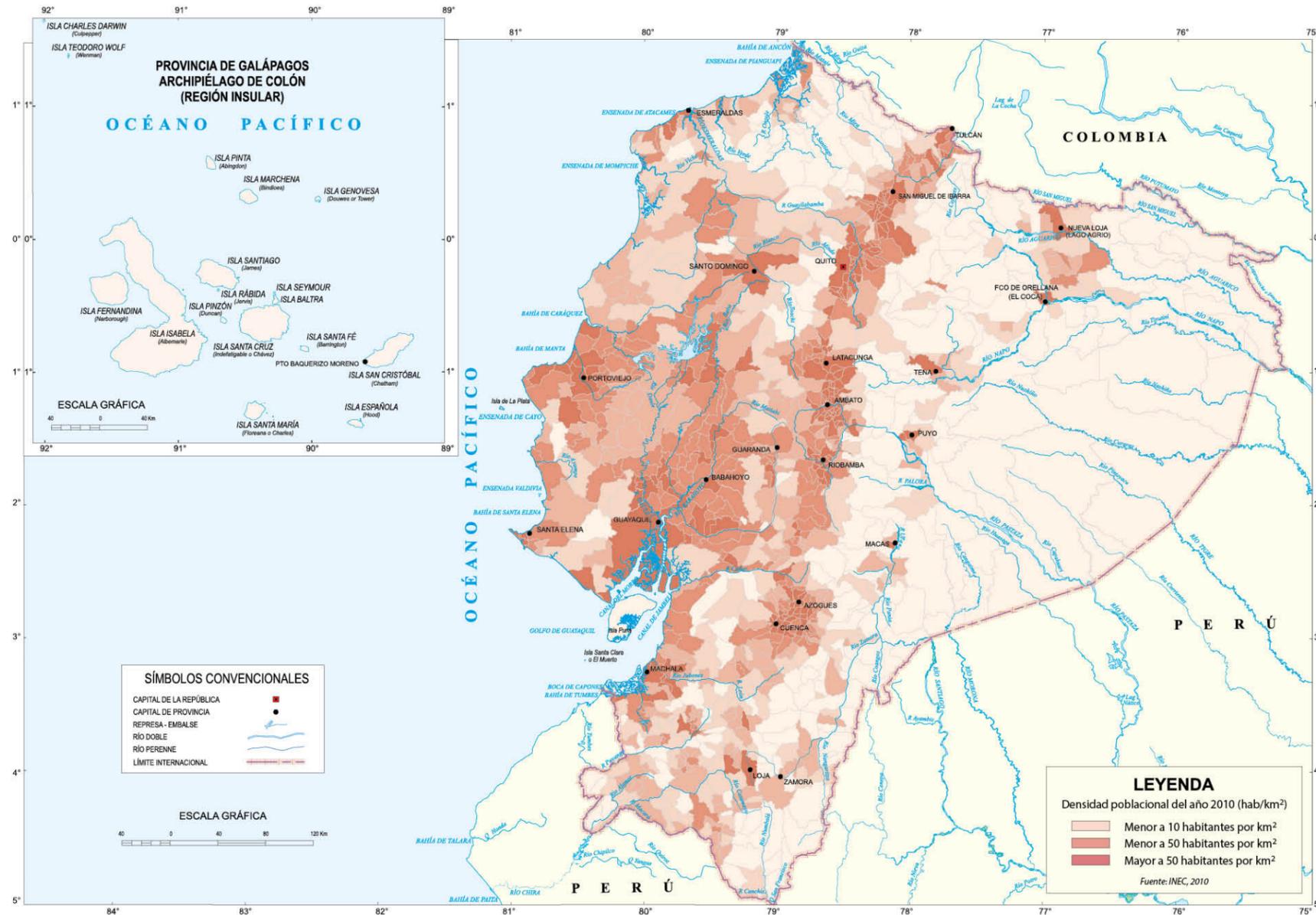
La Red Vial Nacional, está dividida en tres categorías: Red Vial Estatal, Red Vial Provincial y Red Vial Cantonal. La primera está bajo la jurisdicción directa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). En ésta, se definen como Corredores Arteriales a los caminos de alta jerarquía funcional, aquellos que conectan en el continente, a las capitales de provincia, a los principales

puertos marítimos con los de la Amazonía, los pasos de frontera que sirven para viajes de larga distancia y que deben permitir alta movilidad, accesibilidad reducida y/o controlada en su recorrido, giros y maniobras controlados y, en fin, estándares geométricos adecuados para proporcionar una operación de tráfico eficiente y seguro.

En segundo lugar, se define como Vías Colectoras a los caminos de mediana jerarquía funcional, aquellos cuya función es la de recolectar el tráfico de la zona rural o una región, que llegan a través de los caminos locales, para conducirlo a la malla estratégica o esencial de Corredores Arteriales. Está estructurada en red, compuesta por ejes longitudinales y transversales que sirven y unen a manera de una malla, a los principales centros poblados



Mapa de Densidad Poblacional por Parroquias al 2010



del país, dando lugar a los denominados tramos y subtramos de carretera.

En cuanto a la cobertura nacional (longitud), cerca del 51% de carreteras y caminos se encuentran en la Sierra, un 38% en la Costa y el 11% restante en las regiones Amazónica e Insular.

Referente a los puertos marítimos, según la Marina Mercante, se entiende por puerto al conjunto de obras, instalaciones y servicios que proporcionan el espacio de aguas tranquilas necesarias para la estancia segura de los buques, mientras se realizan las operaciones de carga, descarga y almacenaje de las mercancías y el embarque y desembarque de viajeros.

En el Ecuador, existen cuatro puertos comerciales regidos por las respectivas autoridades portuarias, además de tres terminales petroleros y varios terminales privados creados a principios de esta década (2010) con la finalidad de mejorar el servicio del comercio exterior. Por otro lado, existen los puertos de pesca artesanal; en su mayoría, se trata de pequeñas caletas en donde no existen servicios básicos ni complementarios que de acuerdo a información de la DIGMER (2008), suman un total de 87; además hay otros, que sirven de acopio de los productos que se capturan en los más pequeños.

La población total de estos puertos asciende a 858 659 habitantes de los cuales 53 571 personas se dedican a la pesca, 43 917 en sus propias localidades y unos 9 654 en calidad de foráneos.

El producto de la pesca se dedica casi en su totalidad al consumo interno. Se vende para consumo en lugares de mayor flujo turístico como Atacames, Tonsupa, Manta, Guayaquil e incluso a poblaciones colombianas cercanas, o es enviado a otros puertos artesanales mayores como San Lorenzo y Muisne; de estos centros de acopio sale el producto hacia ciudades del interior de la provincia o hacia Santo Domingo, Quito y otras ciudades de la Sierra.

En cuanto a los aeropuertos y pistas de aterrizaje, constituyen una infraestructura fundamental para el desarrollo del país tanto en el ámbito internacional como interno. Son muy especiales para la región Amazónica en donde el acceso por otros medios tiene muchas dificultades.

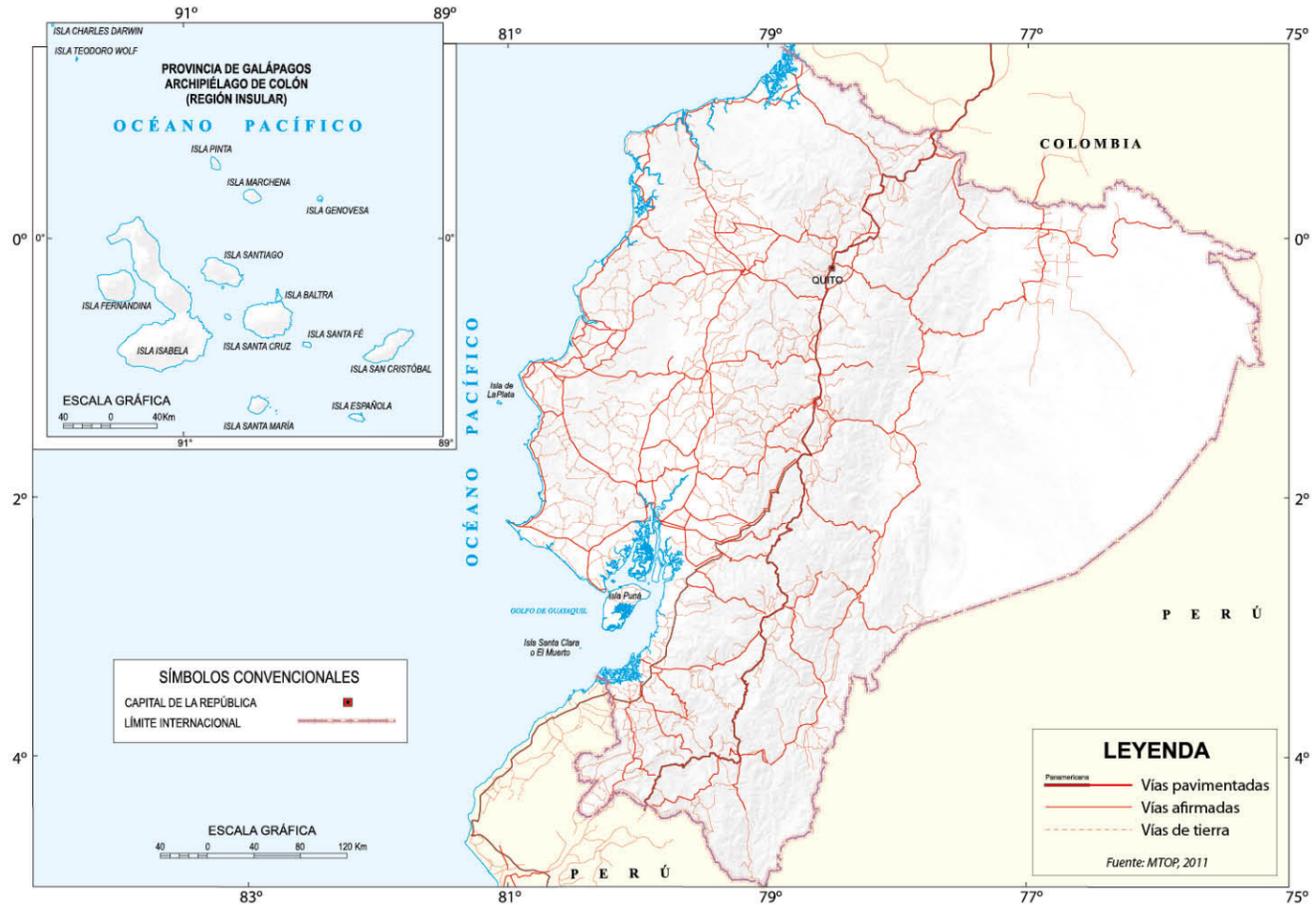
Existen 4 aeropuertos habilitados para tráfico internacional y nacional son: Mariscal Sucre en Tababela, José Joaquín de Olmedo en Guayaquil, Cotopaxi en Latacunga y General Eloy Alfaro en Manta.

Existen aeropuertos en otras ciudades, que se utilizan para vuelos domésticos, estos son: Terml. L. A. Mantilla en Tulcán, General Rivadeneira en Esmeraldas, Base Latacunga en Latacunga, Eloy Alfaro en Manta y Mariscal Lamar en Cuenca, y un sinnúmero de aeropuertos menores y pistas de aterrizaje.

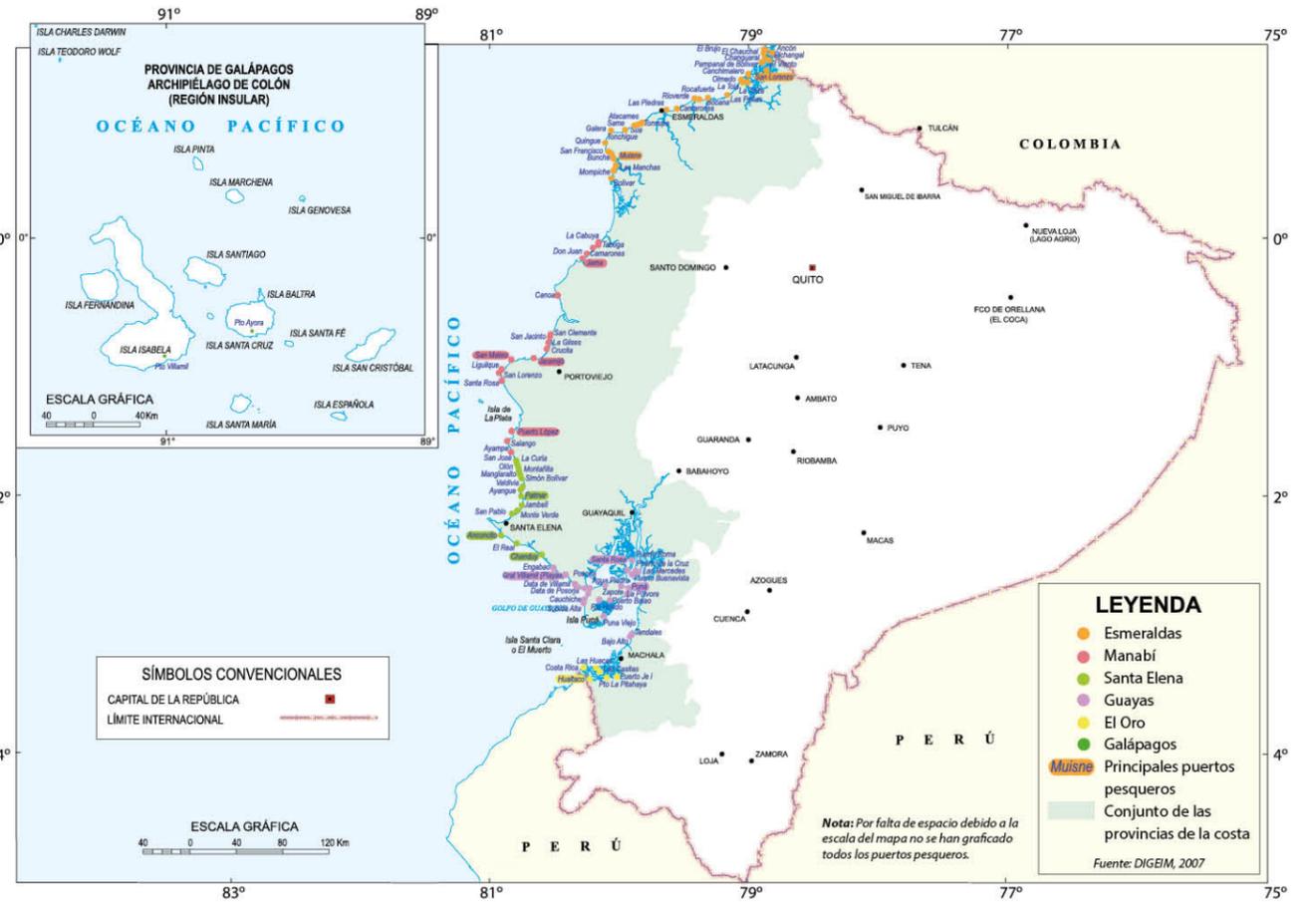
En lo que atañe a la infraestructura petrolera, el sistema de transporte, tanto para el crudo como para la provisión de combustibles en el país, también estaría expuesto a eventuales amenazas naturales. El transporte de petróleo se realiza mediante oleoductos para el petróleo y poliductos, para los combustibles, el prefijo "poli" significa que llevan diferentes tipos de productos como gasolina, diesel, etc.

Para el transporte de crudo, el país dispone de algunos sistemas de oleoductos: El Sistema de Oleoducto Transecuatoriano (SOTE), está compuesto por un conjunto de tubos soldados y tendidos en una longitud total de 503 kilómetros y con un diámetro de 26 pulgadas. El Oleoducto de Crudos Pesados (OCP), es la segunda tubería en importancia del Ecuador; es el único dedicado al transporte exclusivo de crudo pesado de 18 a 24 grados API y tiene una capacidad para transportar un volumen de 450 mil barriles por día. Un ramal de 26 kilómetros que permite conectarse con el Oleoducto Trasandino (OTA), de la Empresa Petrolera Estatal Colombiana, ofreciendo un servicio adicional, para el transporte de crudo de 28 grados API, desde Nueva Loja hasta el puerto de Tumaco en Colombia y desde aquí, mediante cabotaje, hasta la refinería La Libertad en la provincia de Santa Elena. Por esta vía, que tiene una extensión de 360 kilómetros, Petroecuador puede trasladar entre 45 mil y 60 mil barriles de crudo liviano por día. Otros ramales son el Edén - Yuturi - Yuralpa y Bloque 16; además, existen tuberías menores que se conectan con estos oleoductos principales como los ramales Villano-Baeza que transporta 40 mil barriles diarios de la producción del campo Villano, en la provincia de Pastaza, hasta el SOTE, en Baeza.

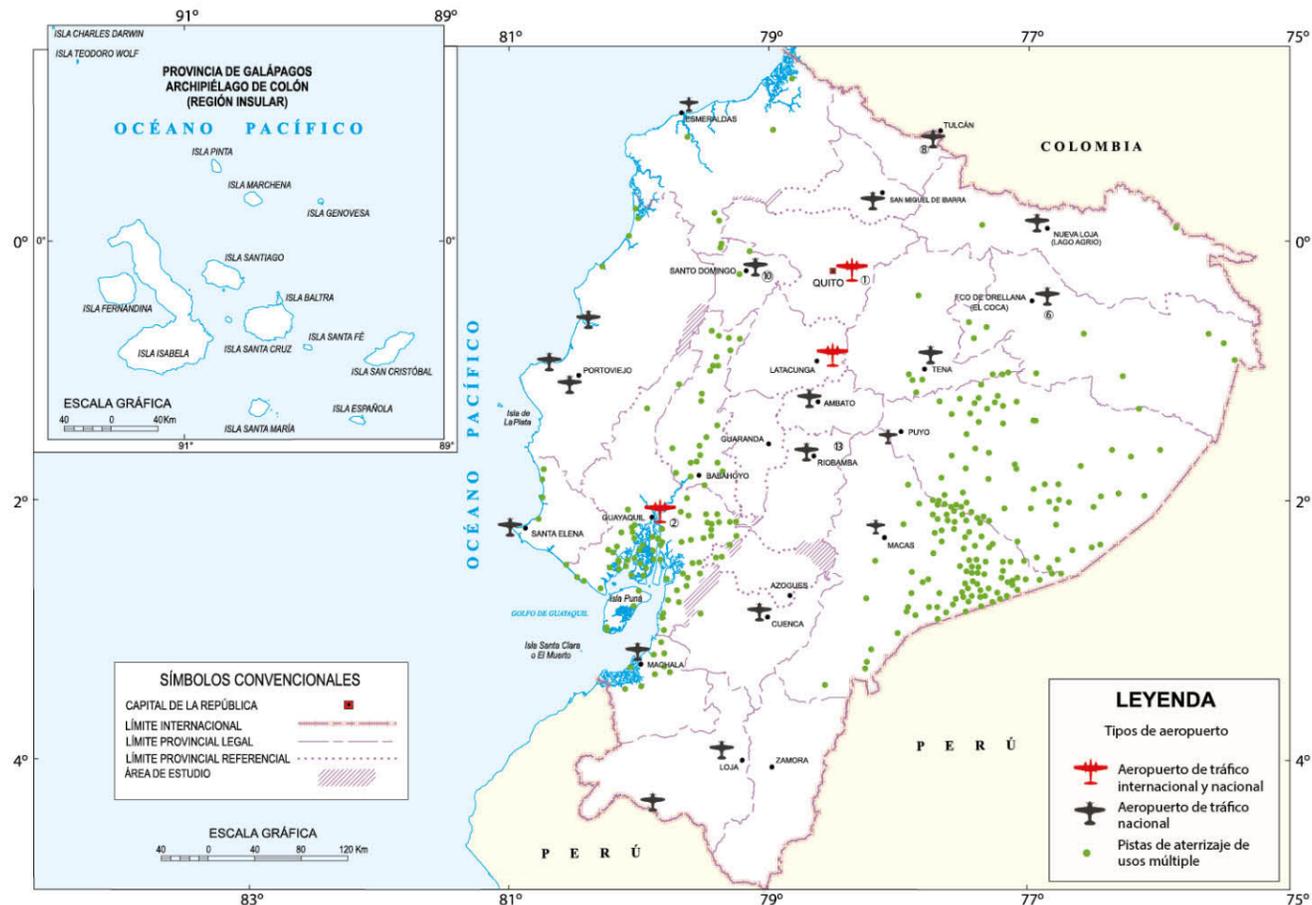
Mapa de Red Vial



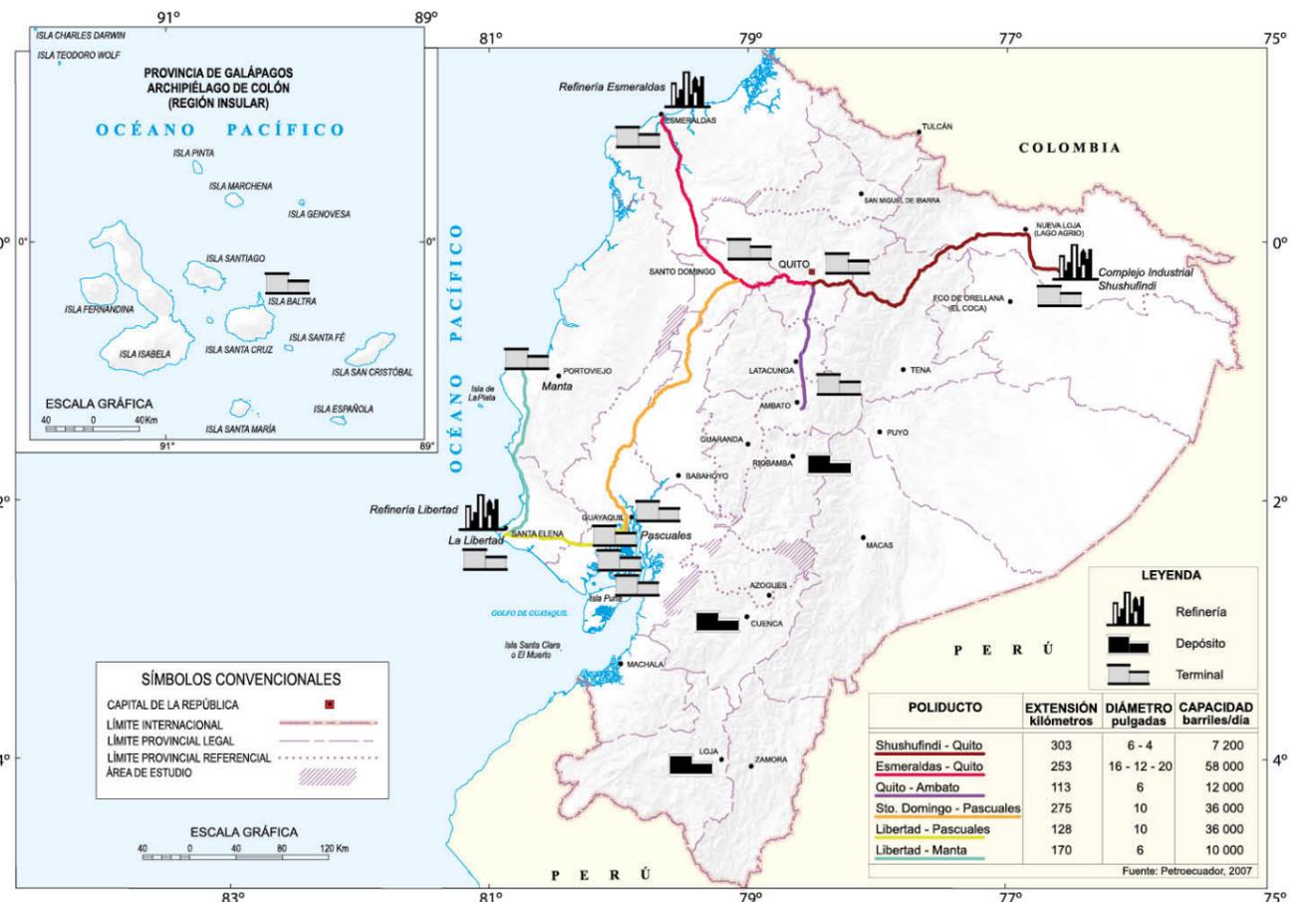
Mapa de Puertos de Pesca Artesanal



Mapa de Aeropuertos y Pistas de Aterrizaje

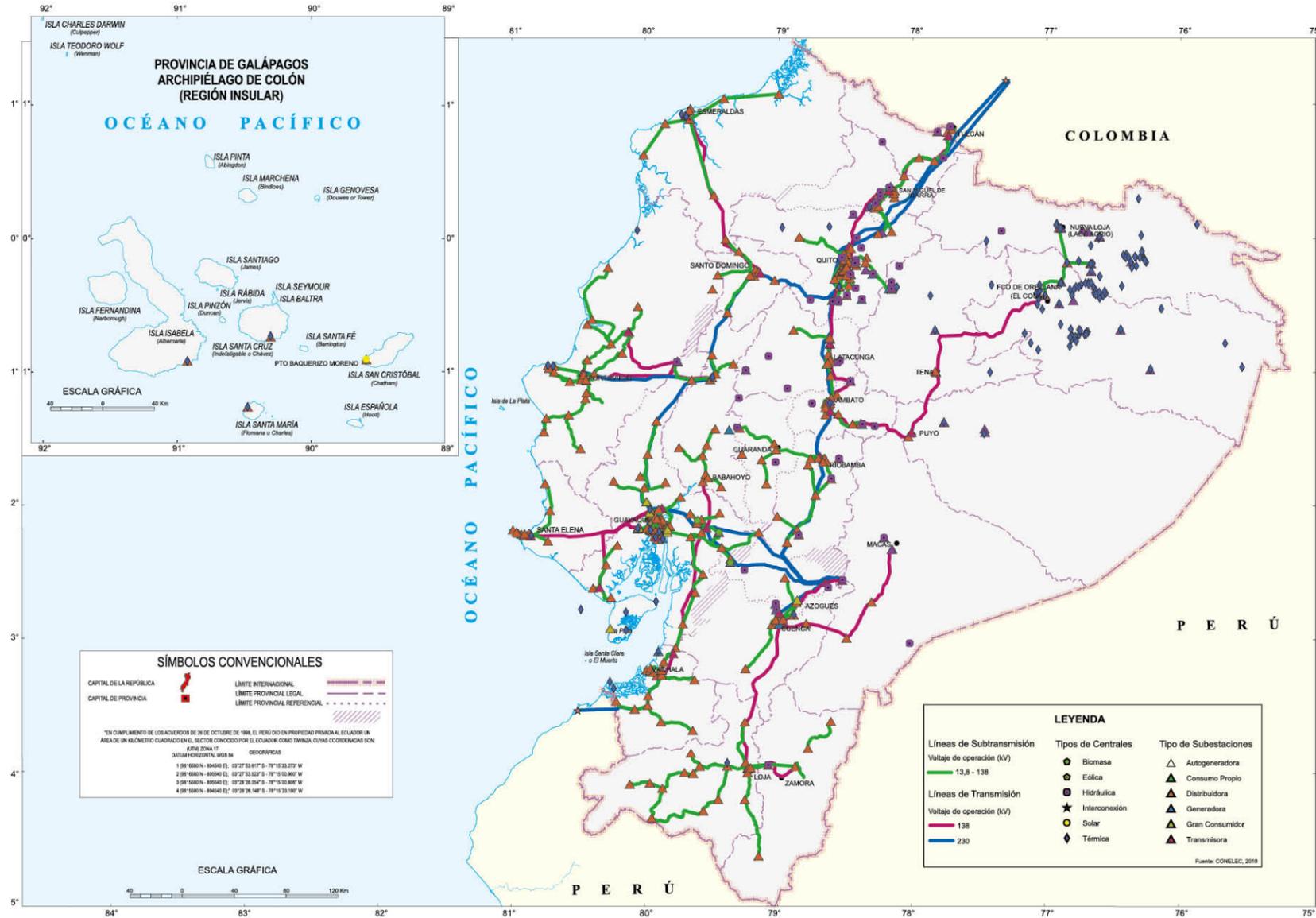


Mapa de Refinerías, Poliductos y Almacenamiento





Mapa de Sistema Nacional de Generación y Transmisión Eléctrica



las condiciones de vida de la población tomando en cuenta que la medición monetaria por ingresos o por consumo refleja solo un aspecto del bienestar de la población.

La pobreza multidimensional identifica múltiples carencias a nivel de los hogares y las personas, contiene 4 dimensiones y 12 indicadores:

Figura 2. Pobreza multidimensional



Los polductos transportan gasolinas, diesel y gas licuado de petróleo, desde las refinerías de Petroindustrial y los terminales marítimos, hasta los centros de despacho y de ahí a las comercializadoras o “bombas”. Son aproximadamente 1 300 kilómetros de polductos, cuya capacidad de bombeo permite transportar alrededor de 6 millones de galones diarios de combustible, a través de 6 diferentes líneas que interconectadas entre sí, abastecen a todos los sectores sociales y productivos del país.

Otra de las infraestructuras expuesta a eventos naturales, es la red de transmisión eléctrica, que está conformada por una red de cables que llevan esta energía, desde las plantas de producción, a las distintas ciudades del país, constituyendo el Sistema Nacional

de Transmisión (SNT). Tiene una longitud total de 3 605 km., de los cuales 1 882 km., corresponden a líneas con nivel de voltaje 138 kv.; y, 1 722 km., a líneas de 230 kv.

Pobreza

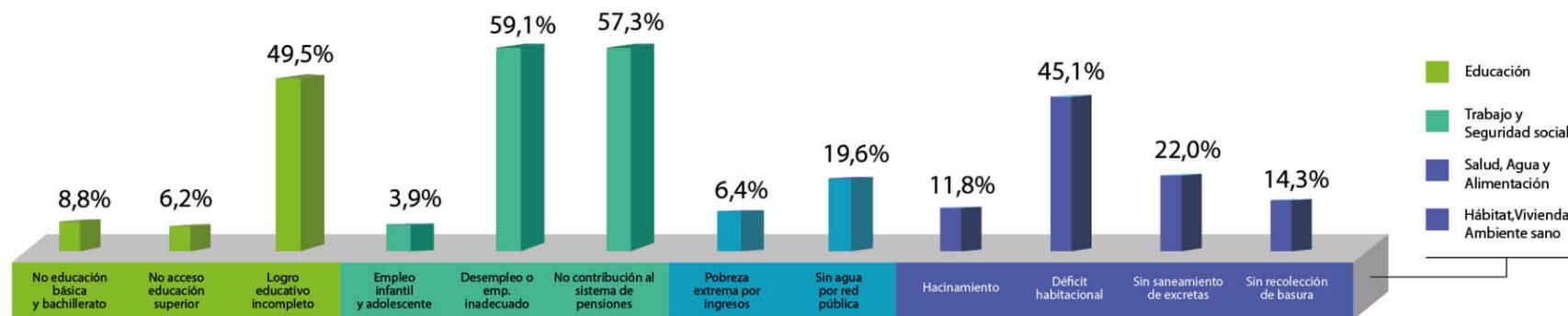
La situación socioeconómica de la población constituye un factor importante dentro de la problemática de los riesgos naturales por su relación directa con la magnitud de las consecuencias del fenómeno.

La medición de la pobreza multidimensional, identifica privaciones simultáneas que enfrentan las personas en el goce de los derechos del Buen Vivir, nace de la necesidad de tener métricas más completas que visibilicen los diferentes aspectos de

La metodología del Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) forma parte de las nuevas métricas del Buen Vivir impulsadas desde el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

Elaborada por un equipo interinstitucional en la Comisión Especial de Estadística de Pobreza integrada por el INEC, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), el Ministerio Coordinador de Desarrollo Social (MCDS), la Secretaría Técnica para la Erradicación de la Pobreza (SETEP) y el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES).

Grafico3. Tasas de privaciones de los hogares por indicador



Fuente: Cálculo de los autores basado en ENEMDU diciembre 2015

Figura 3. Índice de pobreza multidimensional



Figura 4. Tasa de pobreza multidimensional



Figura 5. Tasa de pobreza extrema multidimensional





HISTORIA DE LAS AMENAZAS NATURALES Y ANTRÓPICAS

A través de la historia, el espacio geográfico ecuatoriano ha sido escenario de una serie de eventos naturales (esta denominación sirve para excluir a los generados por las acciones del hombre) y antrópicos (esta denominación incluye, en este Atlas únicamente a los incendios forestales), que en varias ocasiones han sido catastróficos; es decir, su carácter destructivo causó daños y desequilibrios muy graves en el campo social, económico y ambiental. Por su magnitud, con frecuencia han sobrepasado la capacidad de respuesta de la sociedad por la ausencia de predisposiciones y medios adecuados para superarlos.

En la siguiente cronología se puede apreciar un recuento de los principales eventos naturales ocurridos durante el último siglo en el país (Figura. 6).

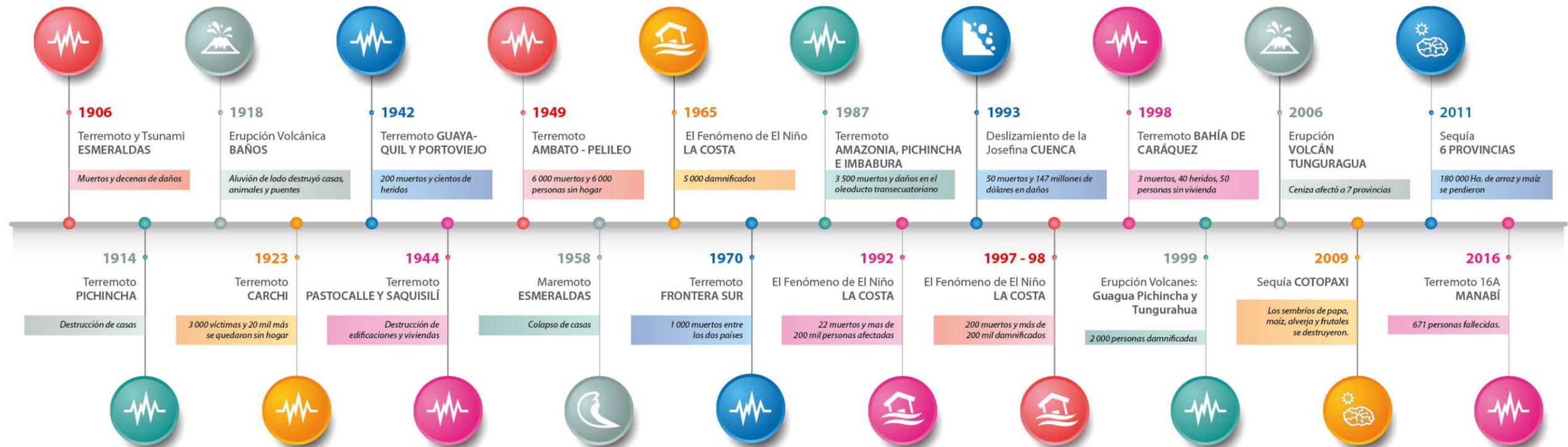
CLASIFICACIÓN DE LAS AMENAZAS NATURALES

Existen algunas maneras para clasificar estos fenómenos. Uno de los más generalizados, es el los agrupa en dos tipos: morfoclimáticos y geológicos – endógenos, que para el caso ecuatoriano comprenden los que se indican en la Tabla 2. Amenazas o peligros naturales:

Tabla 2. Amenazas o peligros naturales

EVENTOS MORFOCLIMÁTICOS		EVENTOS GEOLÓGICOS - ENDÓGENOS	
AMENAZA	VARIABLES DEL PROCESO DE AFECTACIÓN	VARIABLES DEL PROCESO DE AFECTACIÓN	AMENAZA
Inundaciones	Extensión espacial, frecuencia de ocurrencia, duración (tiempo).	Magnitud, extensión espacial, frecuencia de ocurrencia.	Terremoto y Tsunamis
Déficit Hídrico - Sequías -	Extensión espacial, frecuencia de ocurrencia, duración (tiempo).	Extensión espacial, frecuencia de ocurrencia, duración (tiempo).	Erupciones volcánicas
Movimientos en masa	Magnitud, extensión espacial, frecuencia de ocurrencia.	Extensión espacial, frecuencia de ocurrencia, duración (tiempo).	Incendios forestales

Figura 6. Cronología resumen de desastres registrados en el Ecuador



LOS FENÓMENOS MORFOCLIMÁTICOS

Como su nombre lo indica, están claramente relacionados con el clima y la morfología del terreno, principalmente con la cantidad de lluvias, con la temperatura, el grado de inclinación del terreno y la capacidad portante del suelo.

En los últimos años, estos fenómenos se han venido presentando con mayor frecuencia en Ecuador y se supone que se originan en el cambio climático a su vez producido por el efecto invernadero antropogénico. En el país se han producido incrementos de la temperatura, variaciones importantes en la distribución temporal y espacial de la precipitación, retroceso de los glaciares, desfases temporales de las épocas lluviosas, y evidentemente, en la ocurrencia de eventos extremos como inundaciones, sequías, olas de calor, olas de frío, etc. Dentro de este ámbito se pueden mencionar, las severas inundaciones provocadas por el fenómeno de El Niño (1982-1983, 1992-1993, 1997-1998, 2007-2008 y otros eventos de menor intensidad pero que causaron daños por inundaciones en la costa ecuatoriana en el 2016-2017), que afectaron gran parte de la cuenca baja del río Guayas; el deslizamiento del flanco sur del cerro Tahual que taponó el drenaje de los ríos Cuenca y Jadán (La Josefina), en 1993; además de un sinnúmero de deslizamientos pequeños que se han depositado sobre las vías terrestres complicando temporalmente el tránsito vehicular y consecuentemente la integración espacial del país.





INUNDACIONES

Las inundaciones están consideradas entre las amenazas naturales más destructivas y comunes, debido a la amplia distribución geográfica de las llanuras de inundación de los ríos y las zonas costeras bajas. Las inundaciones son causadas principalmente por fenómenos hidrometeorológicos, se producen cuando las precipitaciones normales, precipitaciones de intensidades fuertes o eventos extraordinarios (por ejemplo el fenómeno de El Niño) sobrepasan la capacidad máxima de retención de agua

e infiltración del suelo (inundación por saturación del suelo). Las inundaciones también se producen cuando el caudal de agua supera a la capacidad máxima de transporte de los ríos, quebradas o esteros, produciendo que los cauces de estos drenajes se desborden e inunden los terrenos adyacentes (inundaciones por desbordamiento de ríos).

No solo los fenómenos climáticos o hidrológicos son causantes para que ocurran inundaciones, en los últimos años, el daño y pérdidas por inundaciones en áreas urbanas y rurales se han incrementado

en el país debido a diversos factores: expansión de zonas urbanas y cambio de uso del suelo en las partes medias y altas de las cuencas hidrográficas, ubicación de asentamientos humanos sin control ni ordenamiento en zonas de inundación, pérdidas de suelo e incremento de erosión por los cambios de uso del suelo y deforestación, deficiente o inexistente manejo de las cuencas hidrográficas, deficiencia o inexistencia de infraestructuras sanitarias (red de alcantarillas).

FENÓMENOS CLIMÁTICOS

CAUSAS
EFECTOS
QUÉ HACER



INUNDACIONES

CAUSAS

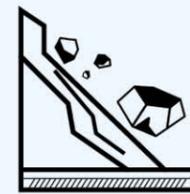
▶ Deforestación.



▶ Cambio en el uso del suelo.



▶ Degradación del suelo.



▶ Descarga súbita del agua contenida en una presa o embalse.



EFFECTOS

▶ Principales Efectos

- ▶ Erosión en zonas altas.
- ▶ Daños en zonas agrícolas y laderas.
- ▶ Arrastre de sedimentos a zonas bajas.
- ▶ Obstrucción en los sistemas de drenaje.
- ▶ Depósito de materiales en presas, lo que reduce su capacidad de almacenamiento.

¿Qué hacer?

▶ **NO** trates de caminar o nadar en caminos inundados, evita cruzar el cauce de los ríos.



▶ **NO** utilices automovil en caminos inundados.



▶ Conserva la calma, mantente informado y obedece las indicaciones de los organismos encargados.



▶ Si es necesario dirígete al refugio temporal, lleva contigo solo lo indispensable.



▶ No te acerques a postes o cables de electricidad averiados.



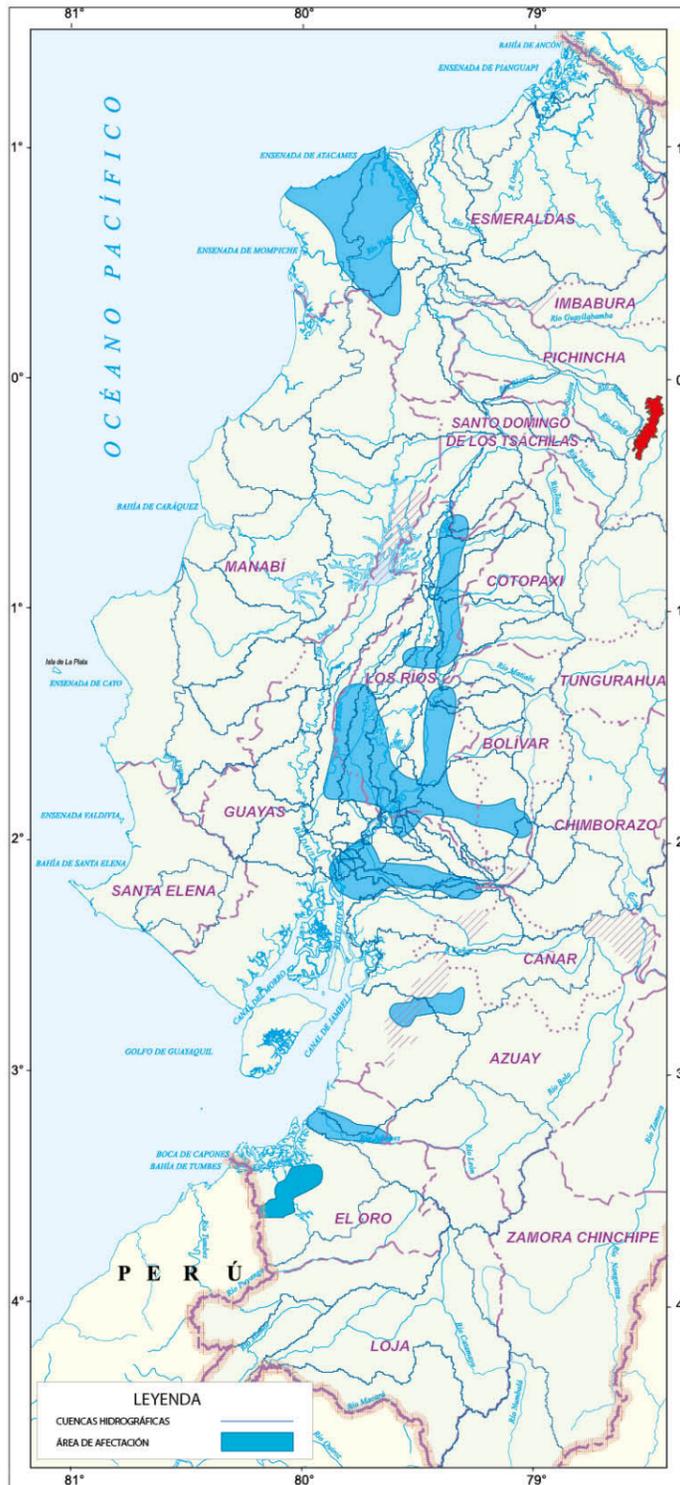


Historia de Inundaciones

La historia de los últimos 45 años, producidas principalmente por la mayor o menor influencia del fenómeno de El Niño,

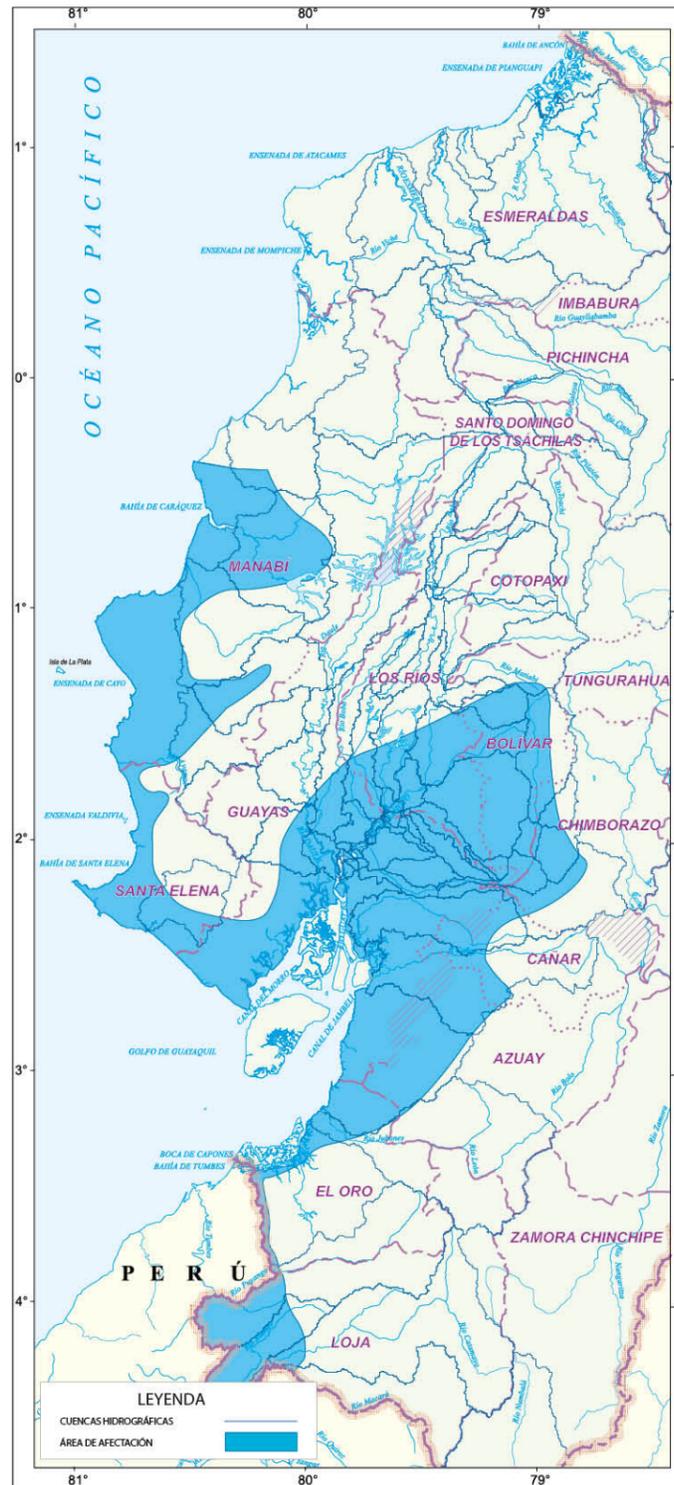
muestra que la mayor frecuencia de inundaciones ocurrió en las provincias costeras: Guayas (la más afectada, con más de 100 inundaciones) Manabí y Los Ríos y en menor medida las de Esmeraldas y El Oro; en cambio, la Sierra y

la región Amazónica tuvieron menos de 20 inundaciones durante el mismo período. La más afectada fue Azuay, con 15 inundaciones (como se indica en los mapas).



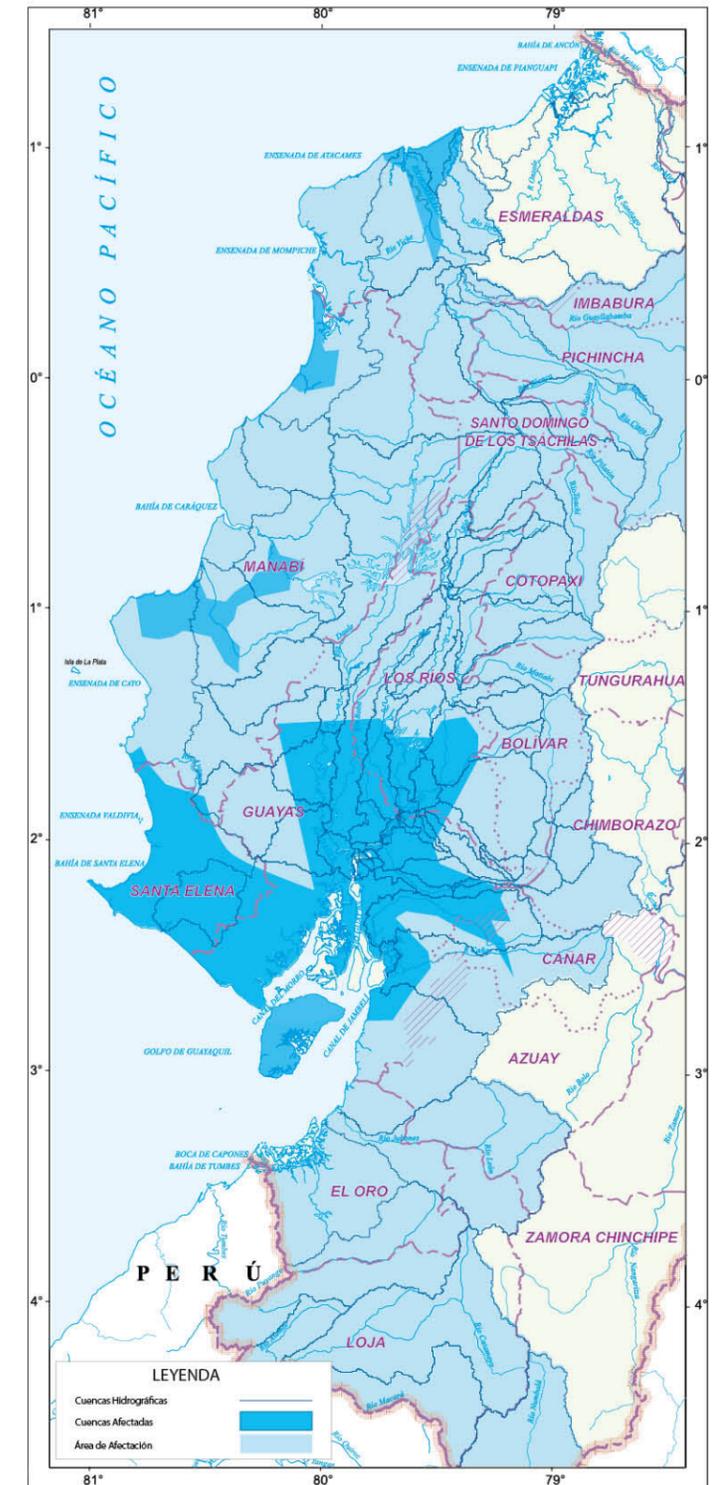
Fenómeno de El Niño 1972 - 1973

Fuente: CAF, 1998



Fenómeno de El Niño 1982 - 1983

Fuente: CAF, 1998

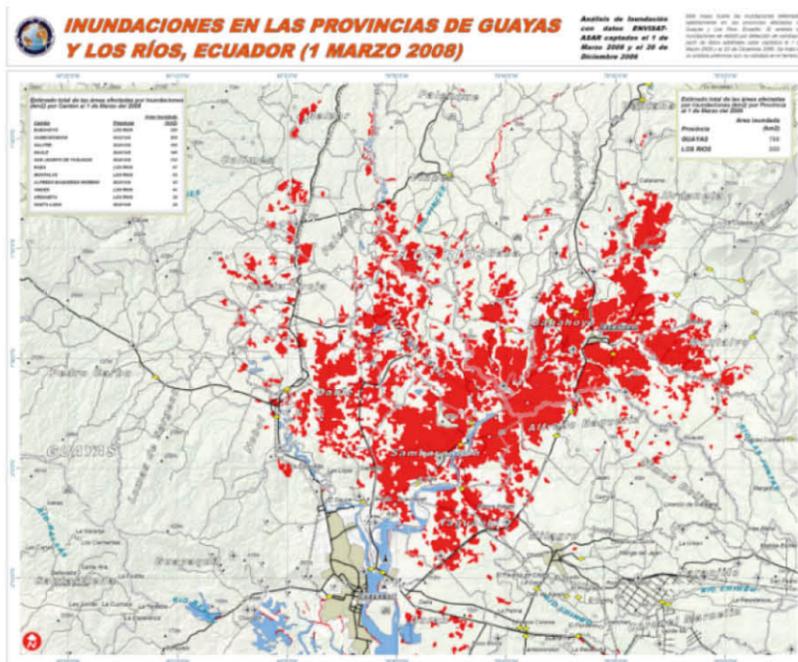


Fenómeno de El Niño 1997 - 1998

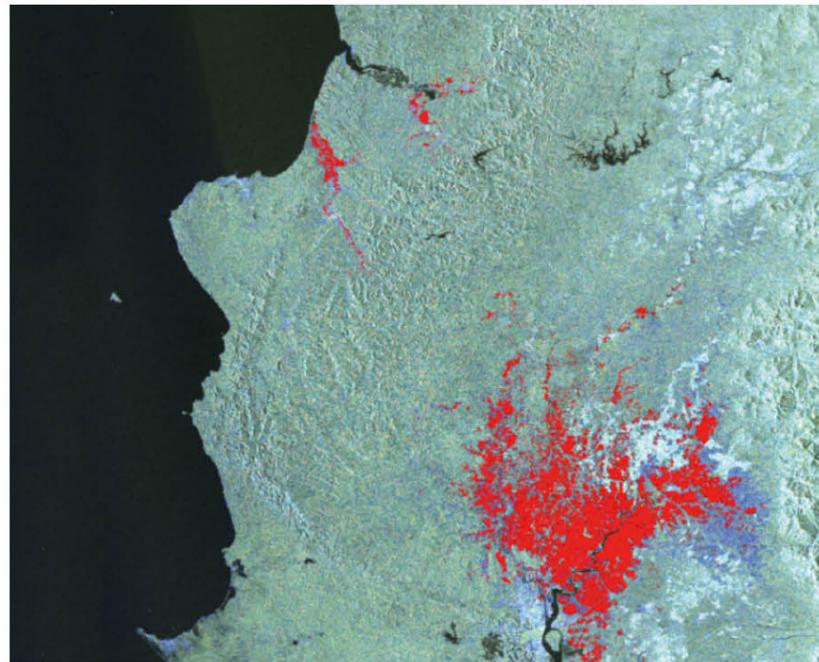
Fuente: CAF, 1998



Inundación Marzo 2008



Inundación Marzo 2012



* A continuación se encuentra el registro de los principales problemas surgidos en Guayaquil y su área de influencia:

- Derrumbe de rocas en el cerro Las Cabras (Durán, donde también hubo inundaciones)
- Inundaciones en Mapasingue y deslaves de laderas;
- Inundaciones en los Guasmos (problemas de salubridad)
- Deslizamientos de rocas en zonas de Urdesa
- Deslizamientos en la Universidad Católica
- Destrucción de pavimentos flexibles
- Inundación (23 marzo/83) en casi toda la ciudad, después que llovió doce horas seguidas; las zonas más afectadas tuvieron que ser evacuadas: Mapasingue, los Ceibos y el Guasmo
- Obstrucción de las vías por deslizamientos
- Desbordamiento del río Guayas (28 marzo/83) por las lluvias y la marea alta, lo que ocasionó inundaciones en varias zonas
- En abril/83, otra lluvia ininterrumpida de cinco horas ocasionó inundaciones en los Ceibos, Mapasingue y La Atarazana
- Deslizamiento en el cerro Santa Ana
- Por las lluvias de mayo 26 y junio 1 de 1983, se inundaron varios sectores
- El 29 de mayo/83, llovió más de 15 horas seguidas, habiendo quedado completamente anegadas las ciudades del sur.

*(Barriga, 2015)

Estas inundaciones fueron ocasionadas por el fenómeno meteorológico, conocido como El Niño. Los años en que este fenómeno ocasionó mayores estragos han quedado en estos registros con la siguiente cronología: 1578, 1728, 1790-93, 1828, 1876-78, 1891 y 1925-26. Los de 1982-83 y 1997-98, así como los de 1957-58 y 1972-73, se presentaron con características desastrosas.

El fenómeno de "El Niño" es el que ha generado las inundaciones más graves por el exceso de precipitaciones. Este fenómeno usualmente trae consigo fuertes lluvias en las regiones costeras continentales del Perú, Chile y Ecuador y la reducción de éstas en África Ecuatorial y Australia.

Se trata de un fenómeno climático producido por el calentamiento que se presenta en el Pacífico ecuatorial, en ciclos que los expertos calculan entre 3 y 8 años, con un aumento variable de la temperatura, fenómeno conocido como ENOS (El Niño Oscilación Sur) o ENSO.

El efecto se produce por el incremento de la temperatura del océano Pacífico en la zona ecuatorial sobre un valor habitual; por ejemplo, en el caso ecuatoriano, se conoce que este valor usual se encuentra alrededor de los 18 grados Centígrados (°C); con el fenómeno de El Niño, este número puede incrementarse en un rango que va desde 0 a 6 u 8°C, con lo que la temperatura del océano puede llegar a unos 24 o 26°C. Este aumento se traduce directamente en el incremento de la evaporación de las aguas superficiales del océano, que por diferencia de densidad tenderá a subir hasta encontrar las capas más frías de la atmósfera, y

luego de condensarse constituyendo las nubes, trasladarse hacia el continente por acción de los vientos y precipitarse en forma de aguas lluvias cuyas dimensiones, dependiendo de la temperatura del agua, podrían tener dimensiones desde imperceptibles hasta, en el peor de los casos, extremas.

Frente a estas amenazas, el Estado en el 2016 inauguró seis megaproyectos civiles multipropósito: cuatro destinados al control de inundaciones y dos a riego, que han permitido paliar los sucesos relacionados con las inundaciones, protegiendo a más de 140 mil hectáreas de posibles daños como resultado de las lluvias y el severo invierno registrado en el período 2016-2017 principalmente en la Costa ecuatoriana que ha dejado una secuela 15 muertes y afectaciones por deslizamientos, carreteras obstruidas, socavamientos, hundimientos, 123 viviendas destruidas además de más de seis mil familias afectadas, 276 personas albergadas y 1144 han perdido sus viviendas.

En un estudio efectuado por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador y la OPS, se determinó que los daños de El Niño (1982-83) ascendieron a pérdidas en los sectores productivos en el 63%, infraestructura 33% y sectores sociales 4%, con efectos negativos para el crecimiento del PIB, así como la disminución de exportaciones, incremento del déficit fiscal y de la inflación, lo que trajo otras consecuencias nada recomendables para la población. Siguiendo con los datos concernientes a 1982-83 del Sistema de Inventario de Desastres (DesInventar) se dio a conocer que todas las provincias de la Costa ecuatoriana sufrieron este fenómeno, habiendo sido la parte baja de la cuenca del río Guayas las más afectada con más de cien inundaciones, luego y en este orden: Manabí y Los Ríos, Esmeraldas y El Oro. En la Sierra, Azuay los máximos estragos, singularmente Cuenca.

El INAMHI ha categorizado las inundaciones en estos tipos: por extremas precipitaciones de lluvias, desbordamientos de ríos y taponamiento de los sistemas de drenaje; en El Niño han acontecido estos tres, aumentándose con deslizamientos de tierra y bloqueo de caminos.

De acuerdo a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el fenómeno acontecido en el Ecuador; en 1982-83, produjo la inundación de 896 100 hectáreas, fallecieron aproximadamente 600 personas y el monto total de pérdidas se calculó en 650 millones de dólares. Según la misma CEPAL, el correspondiente a 1997-98 dejó daños cuyo monto ascendió a USD 2869,3 millones, de ellos 783 fueron por daños directos y, por indirectos, 2086,1 millones.

*El Niño 1997-98 fue el más fuerte de la historia, causó enormes pérdidas debidas a la sequía en la parte occidental tropical del Pacífico y el noreste de Brasil: se registraron desastrosas inundaciones, con pérdidas en la agricultura y en la pesca, en la parte occidental de América del Sur. En Ecuador, los efectos y daños



derivados del fenómeno de El Niño 1997-98 alcanzaron la suma de cuatro mil millones de dólares, por la destrucción de carreteras, caminos y puentes, así como daños a los cultivos y a la pesca.



*(Corporación Andina de Fomento, 2000)

Inundación en la provincia de Los Ríos, 2016.

Fuente: Atlas Rural del Ecuador.

Problemática

*"El Ecuador por su posición geográfica en el planeta se encuentra sometido a amenazas de origen hidrometeorológico que ha venido repitiéndose históricamente en nuestro país y cada vez se están volviendo más recurrentes, considerándose así, una de las amenazas que más desastres ha causado en los últimos años, ocasionando pérdidas de vidas humanas, generando incalculables pérdidas en el sector agropecuario, daños y/o pérdidas a bienes e infraestructuras.

Su magnitud y los efectos potenciales dependen de diversos factores, no sólo por causa de fenómenos hidrometeorológicos, sino también de las características propias del terreno, como el relieve (pendiente), textura del suelo, uso del suelo, cubierta vegetal, la litología, las características de la red de drenaje, infraestructuras realizadas en los drenajes, entre otras".

*(MAGAP - IEE, 2015)

Cartografía de Amenazas

La Secretaría de Gestión de Riesgos generó una metodología para identificar y representar cartográficamente las zonas susceptibles a inundaciones a nivel nacional, con el fin de contribuir a profundizar los estudios de amenazas por inundaciones y ayudar a reducir los riesgos.

El método geomorfológico para la realización de la cartografía (mapas) y diferenciación de las zonas inundables, se basa en la frecuencia de las inundaciones que depende de las formas, alturas o cotas de las terrazas fluviales del río; no es un criterio de probabilidad, sino un criterio físico, que involucra conocer los rasgos topográficos (relieve), litológicos y las características de los suelos en una determinada zona geográfica. Una buena delimitación de las unidades morfológicas en un valle aluvial permite visualizar las diferentes zonas de ocupación del cauce a lo largo de la historia geológica de la cuenca (morfogénesis), así mismo permite observar qué zonas han sido ocupadas, depositadas y abandonadas recientemente por los ríos.

Es importante anotar que las llanura aluvial reciente no es estática ni estable; los sedimentos que la constituyen no son consolidados y por consiguiente los márgenes de los principales ríos fácilmente se erosionan formando meandros, diques y cauces abandonados.

Para la realización del Método Geomorfológico Integrado, se usó como base principal información temática secundaria sobre geomorfología, edafología (suelos) y relieve (pendientes), y como apoyo la información histórica e imágenes satelitales, mediante la ayuda de los sistemas de información geográfica (SIG)

Caracterización de Unidades Temáticas

Caracterización Física

La textura de los suelos se clasificó de la manera que se detalla a continuación:

Tabla 3. Clasificación de la textura del suelo

TEXTURA DEL SUELO	CLASE
Arenoso (fina, media, gruesa)	Gruesa
Arenoso franco	Gruesa
Franco arenoso (fino, grueso)	Moderadamente gruesa
Franco limoso	Moderadamente gruesa
Franco	Media
Limoso	Media
Franco arcilloso (<35% de arcilla)	Media
Franco arcilloso arenoso	Media
Franco arcilloso limoso	Media
Franco arcilloso (>35%)	Fina
Arcilloso (40-60% de arcilla)	Fina
Arcilloso arenoso	Fina
Arcilloso limoso	Fina
Arcilloso (>60%)	Muy fina

Fuentes: MAGAP, 2015

De las consultas de bibliografía existente en el país, de otros países y de la experiencia aportada por los profesionales integrantes en cuanto a trabajos de este tipo, se encontró una relación entre la susceptibilidad a las inundaciones y la pendiente que se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 4. Clasificación de la susceptibilidad a inundación del terreno en función del relieve

SUSCEPTIBILIDAD	RANGO DE PENDIENTE (%)
Alta	0 - 5
Media	5 - 12
Baja	12 - 25
No Propensa	> 25

Fuentes: MAGAP, 2015

Caracterización Climática

En las diferentes estaciones meteorológicas consideradas, se obtuvieron los períodos de retorno de 10, 100, 200 y 500 años, que se los establece en tres categorías de frecuencia que son:

Tabla 5. Periodos de retorno con su frecuencia

FRECUENCIA	PERIODO DE RETORNO TR (AÑOS)
Alta	TR ≤ 10
Media	10 < TR ≤ 100
Baja	100 < TR ≤ 500

Fuentes: MAGAP, 2015

Al cruzar las capas de los parámetros (textura y relieve), se logró establecer aquellas zonas que están sujetas (susceptibles) a inundación, con la categorización que se muestra en la tabla que se presenta. El resultado de la delimitación de estas zonas, fue corroborado con la interpretación de zonas inundadas en imágenes satelitales o fotografías aéreas disponibles en épocas de alta precipitación, completado con la recurrencia del período de retorno y validado por el conocimiento y experiencia de los agricultores obtenida mediante encuestas realizadas en campo. El resumen de esta superposición de capas se resume en la siguiente tabla:

Tabla 6. Zonas susceptibles a inundación

CLASE DE TEXTURAS	PENDIENTE (%)		
	0 - 5	5 - 12	12 - 25
Gruesa	1	0	0
Mod. Gruesa	1	0	0
Media	2	1	0
Fina	3	2	1
Muy Fina	3	2	1

Fuentes: MAGAP, 2015



Donde,

- 0= Sin susceptibilidad a inundación
- 1= Susceptibilidad baja a inundación
- 2= Susceptibilidad media a inundación
- 3= Susceptibilidad alta a inundación

- **Zonas de susceptibilidad alta.-** Son aquellas zonas en donde la inundación pluvial de cualquier frecuencia (baja, media, alta) produce anegamientos en los depósitos fluvio-marinos (manglares, salitrales), basines, valles indiferenciados, cauces abandonados, terrazas bajas, sectores más bajos de la llanura (llanura ondulada) y en zonas con suelos de textura fina o muy fina con pendientes menores al 5 %. En forma general, son inundaciones cíclicas, ocurren todos los años en la época lluviosa.
- **Zonas de susceptibilidad media.-** Son zonas propensas a inundaciones tanto pluviales (por anegamiento) como fluviales (por desbordamiento de los ríos), generadas por precipitaciones fuertes o extraordinarias, con (frecuencias medias o bajas) que cubren las terrazas medias, bancos, diques aluviales y llanura antigua de depositación, localizados en pendientes del 5 al 12 % en suelos de textura fina y muy fina o en zonas con suelos de textura media a gruesa ubicados en pendientes menores al 5%.
- **Zonas de susceptibilidad baja.-** Son aquellas zonas propensas a inundarse por desbordamientos de los ríos originados por eventos hidrometeorológicos extraordinarios (cuya frecuencia es baja), las mismas que cubren las terrazas altas y los niveles medios y altos de la llanura. Estas zonas están ubicadas en las partes adyacentes de los márgenes de los ríos generalmente en pendientes del 12 al 25 %, que en determinados lugares pueden tener pendientes hasta el 40 % (pie de monte). También corresponden a zonas que tienen suelos de textura fina y media localizadas en pendientes del 5% al 12%, que se anegan solo por la presencia de precipitaciones con intensidades excepcionales.

Fuentes y Variables de Información Utilizadas

La secuencia de las fases sucesivas adoptadas para los estudios se derivan directamente de la calidad de información disponible en las instituciones generadoras: hidrología y meteorología en el INAMHI, Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) y la Dirección General de Aviación Civil (DGAC); Amenazas por inundación de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR); Edafología (suelos) y Geomorfología en el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP)) y del proyecto Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional,

finalmente cartografía y topografía en el Instituto Geográfico Militar (IGM).

La información que se recopiló consiste sobre todo en documentos cartográficos (mapas), los mismos que generalmente fueron necesarios para la determinación de criterios. En los ámbitos de planificación del desarrollo urbano y planificación del uso de la tierra es importante saber cuáles son las áreas susceptibles a ser afectadas por inundaciones, por lo que, usualmente la información de las áreas de inundación y de los niveles de amenaza se representa en forma de mapas.

En primer lugar, se estableció el mapa base cartográfico, y sobre él se colocó diversos caracteres (parámetros) del medio físico, igualmente cartografiados. La cartografía tanto analógica como digital a escala 1:50 000 y en otras escalas se la obtuvo del IGM, las cuales contiene curvas de nivel, red de drenajes, red vial, centros poblados y urbanos, obras hidráulicas, entre otras.

La información temática sobre Recursos Naturales Renovables existente en los archivos analógicos y digitales del MAGAP-CGSIN, se la tomó como base para el desarrollo de este estudio. Estas bases contienen cartografía edafológica (suelos) y geomorfológica editadas en diferentes escalas de trabajo: la información a nivel nacional se encuentra homogenizada a escala 1:250 000; la cobertura total del callejón interandino y de otras zonas del país se encuentra a escala 1:50 000, además existen estudios de suelos para proyectos específicos como el proyecto Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional a escalas más grandes (1:25 000). En geología, se utilizó la cartografía editada por la Dirección de Geología y Minas a escala 1:50 000 y 1:100 000 la misma que se encuentra digitalizada y homogenizada, también se utilizó como apoyo mapas geológicos e hidrogeológicos a nivel nacional (1:1 000 000) realizados por diferentes instituciones y estudios de algunos proyectos específicos (investigación minero, petrolero, proyectos de represas, etc.). En lo concerniente a información meteorológica e hidrológica, se contó con el inventario nacional de todas las estaciones de la red meteorológicas e hidrológicas del INAMHI y de otras Instituciones como: ex- INERHI, ex- INECEL, ex -PREDESUR, ex-CEDEG, ex-CRM, etc., las mismas que contienen: nombre, código, tipo de estación, coordenadas geográficas, altura en que se encuentran ubicadas, el año de instalación, y de levantamiento , el nombre del propietario y los registros (valores) mensuales históricos de funcionamiento desde su instalación.

Con el fin de conocer el origen, magnitud y características generales de los eventos extraordinarios, en esta fase, se recopiló y analizó también documentos históricos como el titulado Anomalías y Fenómenos Climáticos Extremos realizado por los investigadores franceses Pierre Pourrut y Jean Francois Nouvelot, en el cual realizan una descripción, las causas y los efectos producidos por las lluvias catastróficas durante el fenómeno de El Niño en los años 1982-1983. Otro documento de importancia es el que generó la Corporación

Andina de Fomento (CAF), volumen IV, Lecciones- fenómeno de El Niño 1997- 1998, que contiene estimación de los daños y pérdidas a nivel cantonal, retos y soluciones a las amenazas por inundación.

A más de lo expuesto, se recopiló cartografía temática (mapas, planos, croquis), fotos aéreas e imágenes satelitales, de las diferentes instituciones involucradas sobre el tema de inundación.

Finalmente de acuerdo al criterio de expertos, se simplificó el modelo del mapa de amenazas por inundaciones, excluyendo zonas naturales como por ejemplo humedales y manglares.

Resultados de Zonas Susceptibles a Inundaciones

Haciendo uso del método geomorfológico, se logró delimitar aquellas zonas que están sujetas a inundación. Se identificó para cada provincia, las siguientes zonas susceptibles a inundarse:

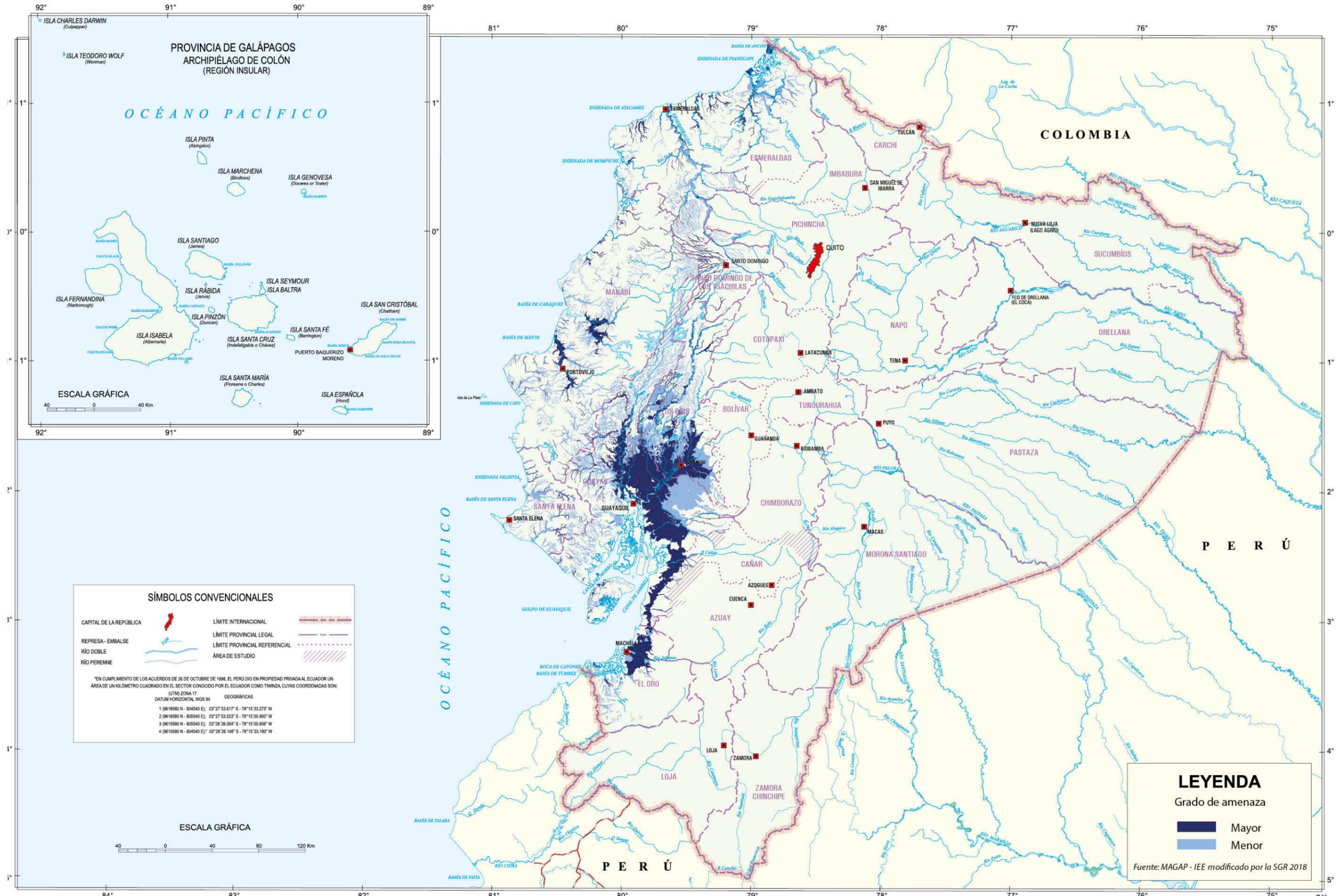
Tabla 7. Áreas con susceptibilidad a inundación por provincia

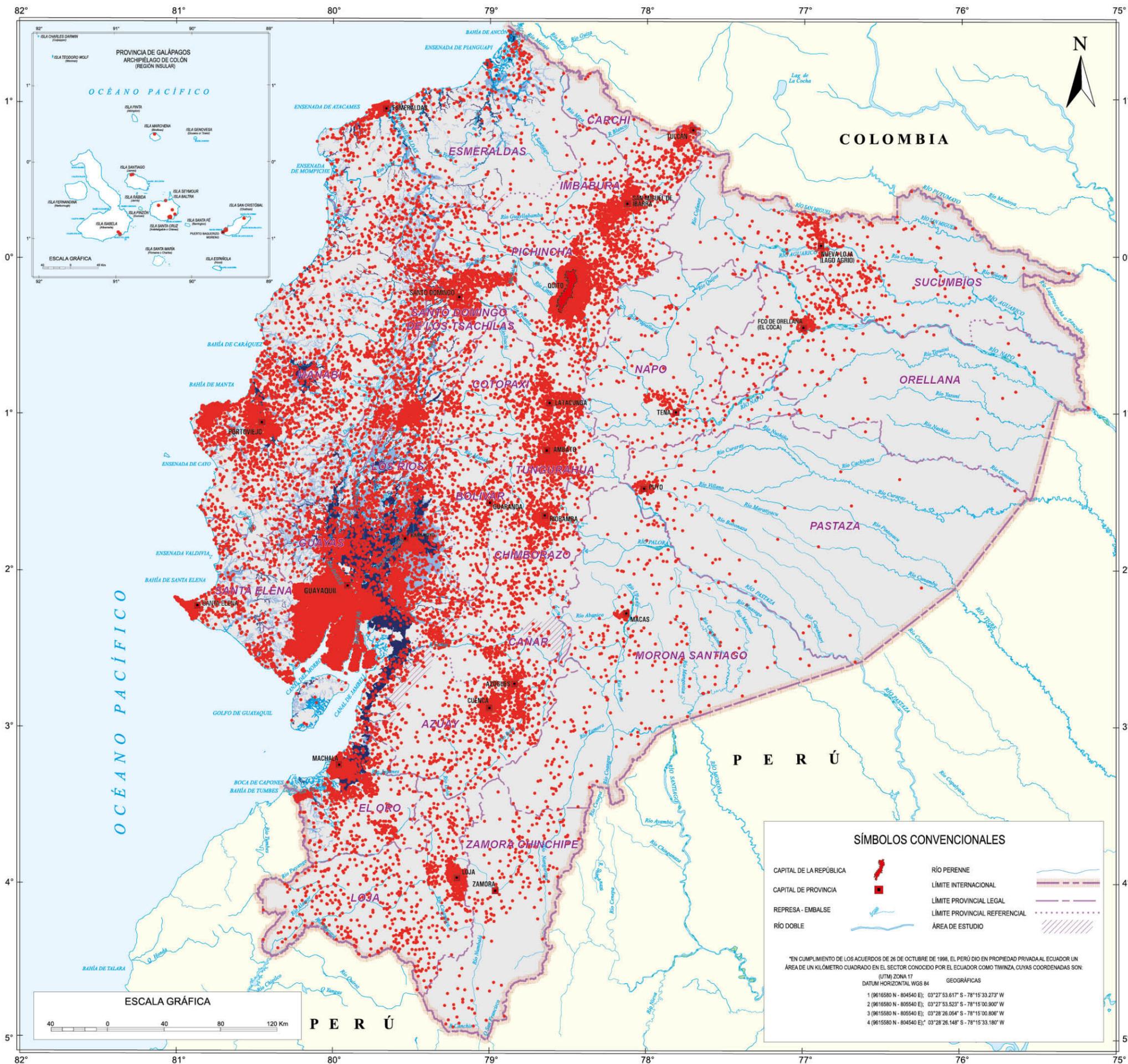
PROVINCIA	ALTA (KM ²)	MEDIA (KM ²)	BAJA (KM ²)
Azuay	0,48	0,00	0,00
Bolívar	0,03	0,11	0,00
Cañar	0,97	0,61	0,00
Carchi	0,00	0,00	0,50
Chimborazo	0,22	0,00	0,00
Cotopaxi	0,06	0,00	0,00
El Oro	484,00	179,74	9,91
Esmeraldas	350,16	446,89	579,75
Guayas	3098,28	1888,87	292,03
Imbabura	0,14	0,37	0,64
Loja	0,35	0,07	0,00
Los Ríos	1344,39	1021,58	354,41
Manabí	441,47	967,47	104,35
Pichincha	4,99	8,57	7,70
Santa Elena	46,41	276,12	115,17
Sto. Dgo. de los Tsáchilas	112,19	36,14	92,08
TOTAL	5884,13	4826,54	1556,54

Fuentes: MAGAP, 2015

Para analizar la infraestructura afectada se clasificó las zonas de susceptibilidad alta como zona de mayor amenaza y las zonas de susceptibilidad media y baja como zonas de menor amenaza.

Mapa de Susceptibilidad a Inundaciones

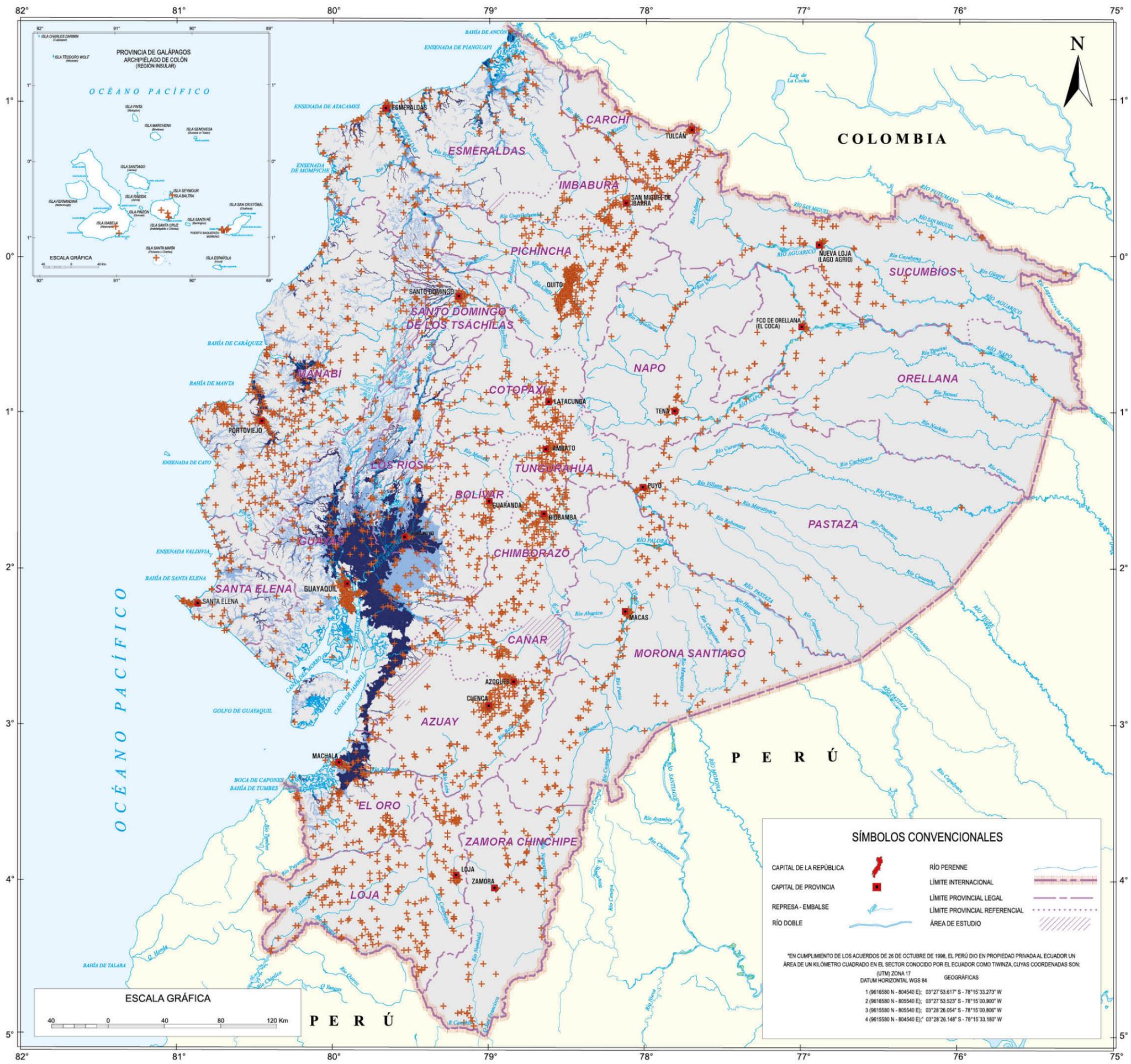




Mapa de Población Expuesta a Amenazas por Inundación



Fuente: INEC 2010, MAGAP - IEE modificado por la SGR 2018



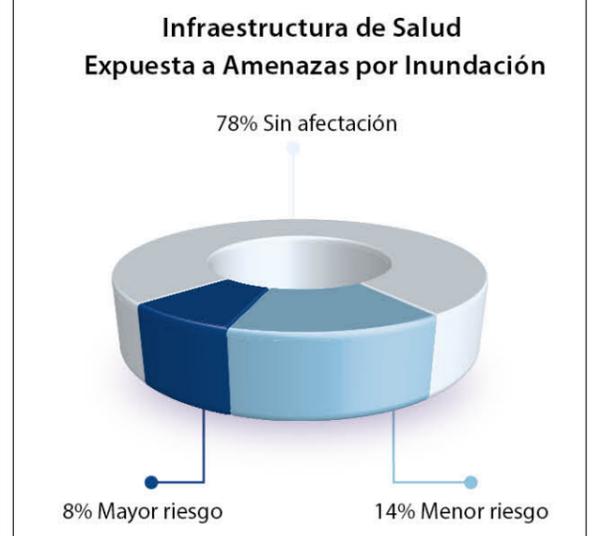
Mapa de Infraestructura de Salud Expuesta a Amenazas por Inundación

LEYENDA

Recursos Salud
+ Infraestructura de Salud

Grado de Amenaza

- Mayor
- Menor
- Sin amenaza



SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

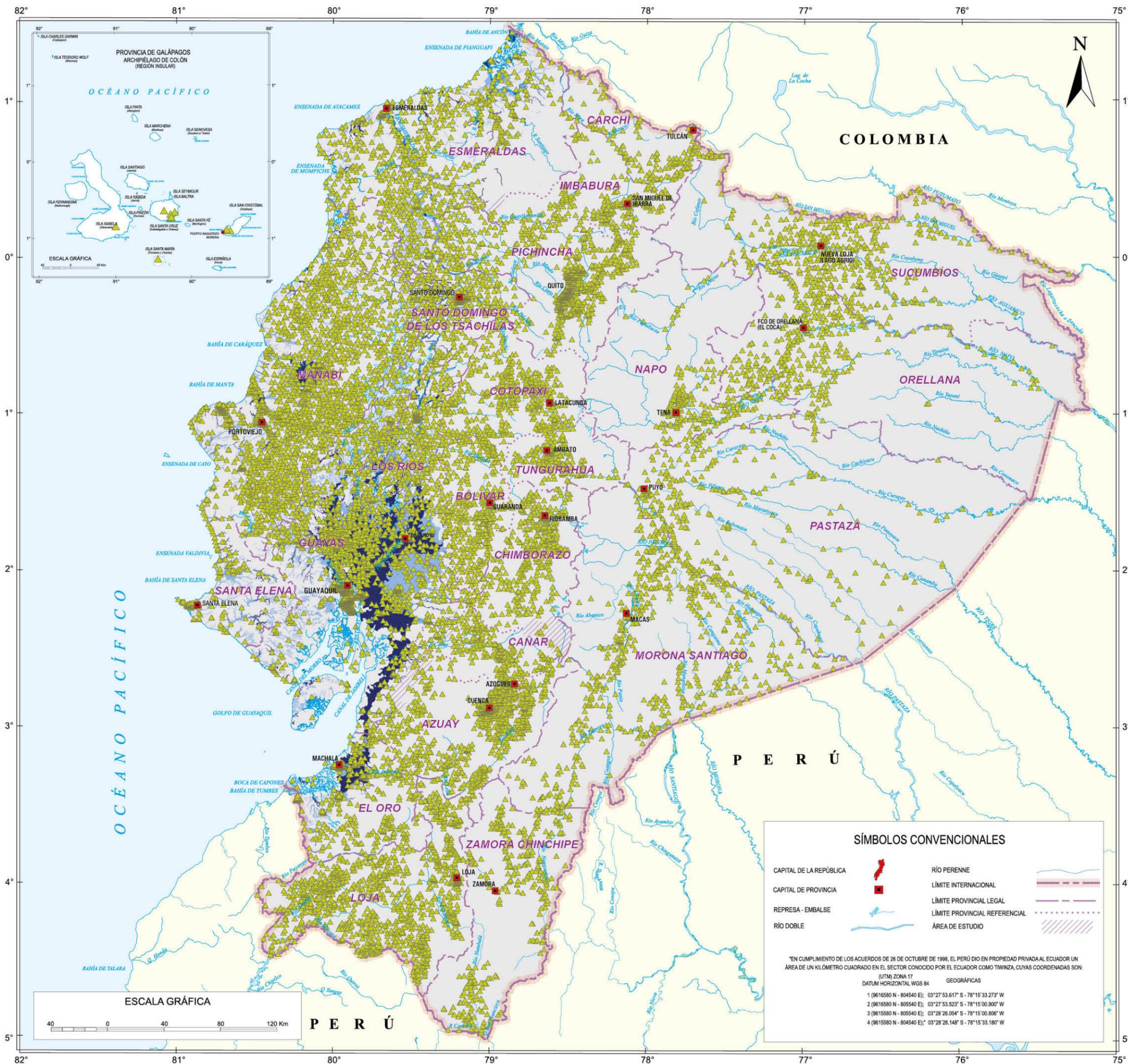
EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17
DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

- 1 (9616580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
- 2 (9616580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.800" W
- 3 (9615580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.800" W
- 4 (9615580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W



Fuente: MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA 2016, MAGAP - IEE modificado por la SGR 2018



Mapa de Infraestructura Educativa Expuesta a Amenazas por Inundación

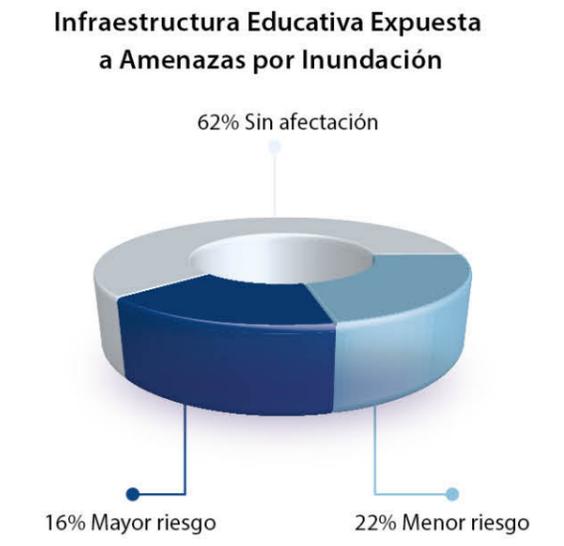
LEYENDA

Recursos Educativos

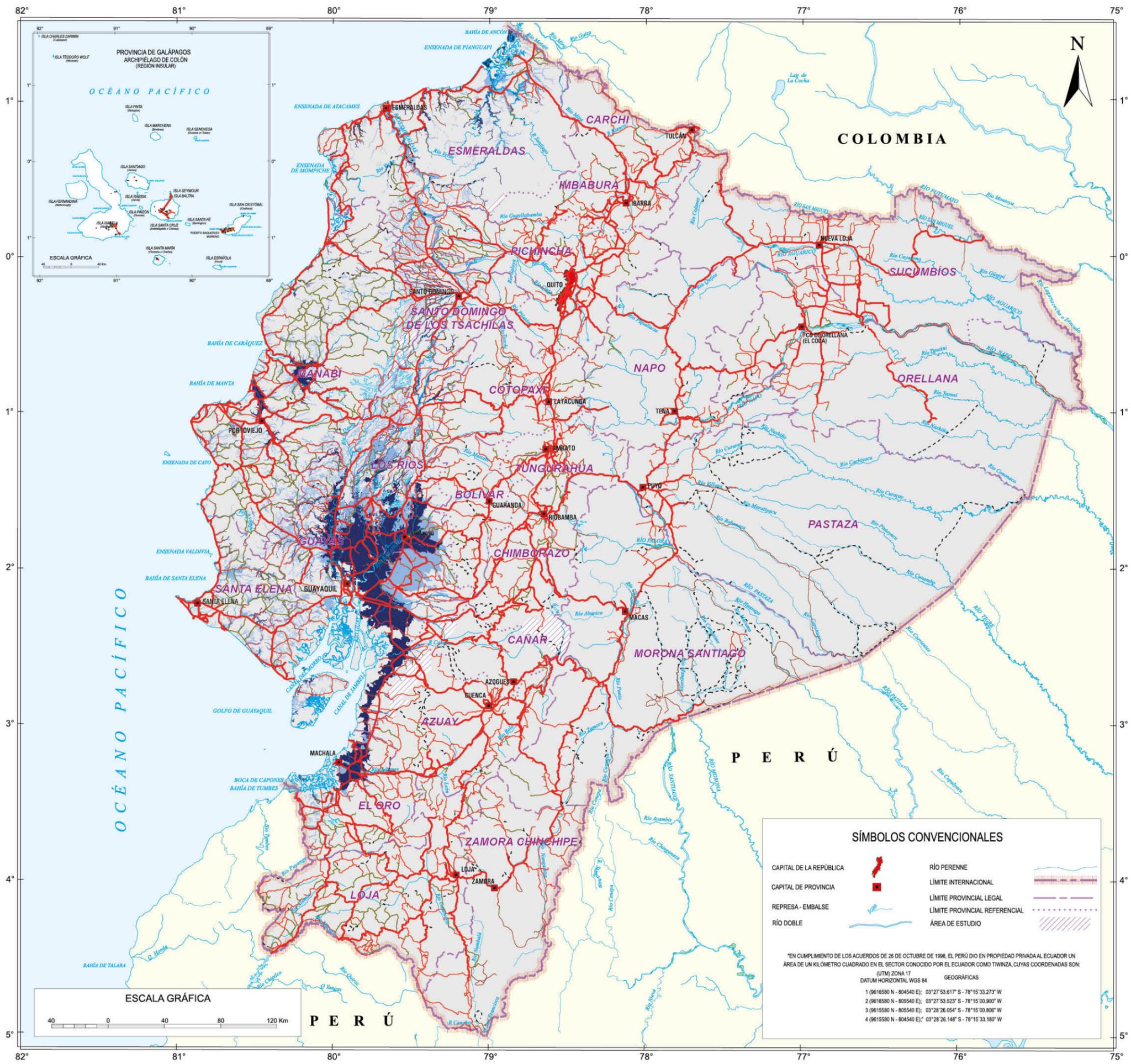
- ▲ Infraestructura Educativa

Grado de Amenaza

- Mayor
- Menor
- Sin amenaza



Fuente: MINEDU 2016, MAGAP - IEE modificado por la SGR 2018



Mapa de Infraestructura Vial Expuesta a Amenazas por Inundación

LEYENDA

Infraestructura Vial

- Rodera
- Sendero
- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada
- Carretera verano

Grado de Afectación

- Mayor
- Menor
- Sin amenaza

Infraestructura Vial Expuesta a Amenazas por Inundación

90% Sin afectación
30 839 Km

6% Menor riesgo
1 976 Km

4% Mayor riesgo
1 288 Km

Fuente: El Telegrafo 2017

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

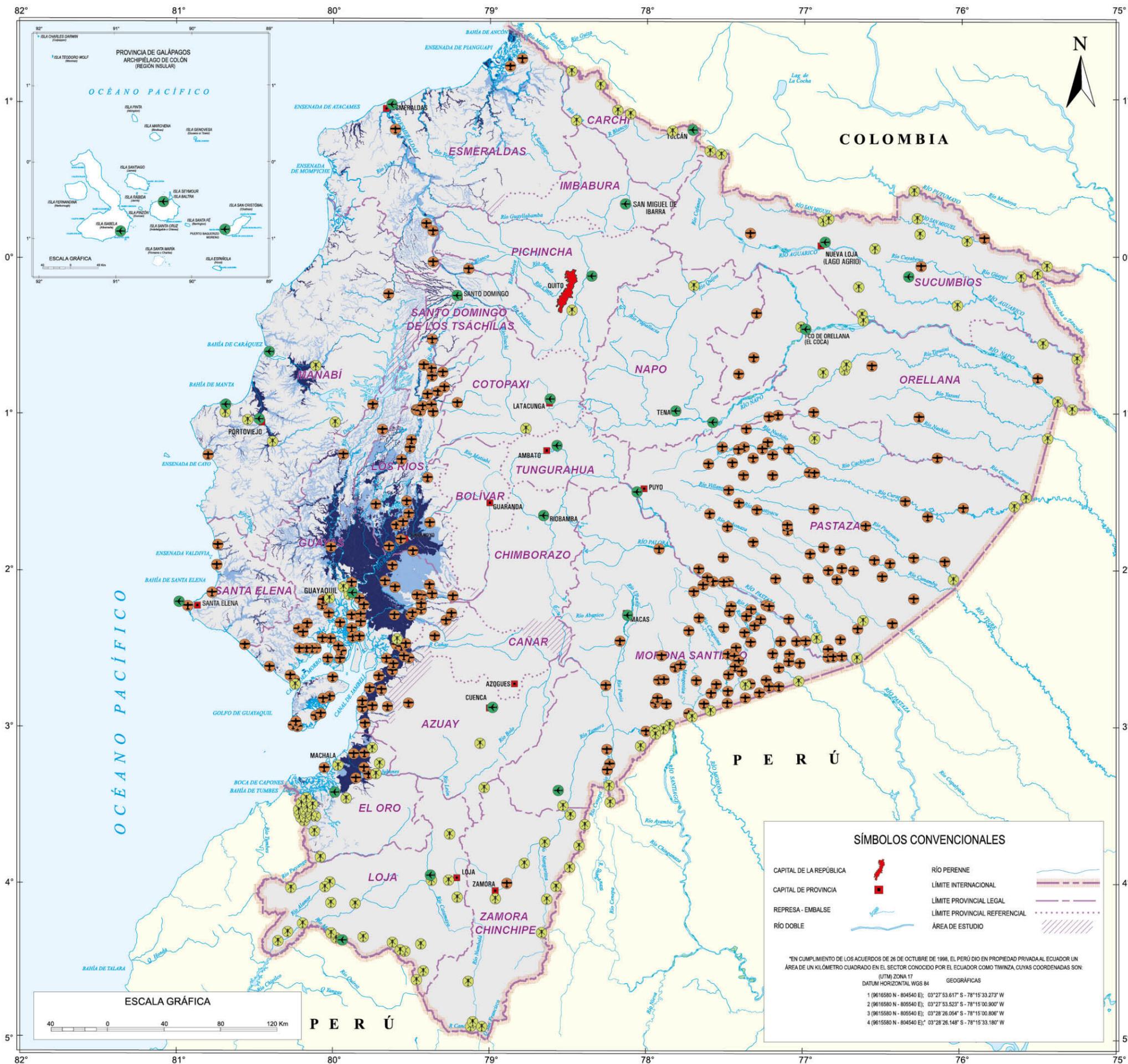
CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17
DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

1 (9616580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
2 (9616580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.800" W
3 (9615580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.800" W
4 (9615580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W

Fuente: IGM 2016, MAGAP - IEE modificado por SGR 2018



Mapa de Infraestructura Aeronáutica Expuesta a Amenazas por Inundación

- Infraestructura Aeronáutica**
- Aeropuerto
 - Heliuerto
 - Pista

- Grado de Amenaza**
- Mayor
 - Menor
 - Sin amenaza

Infraestructura Aeronáutica Expuesta a Amenazas por Inundación



El Comercio, 2017

Fuente: DAC 2012, MAGAP - IEE modificado por SGR 2018

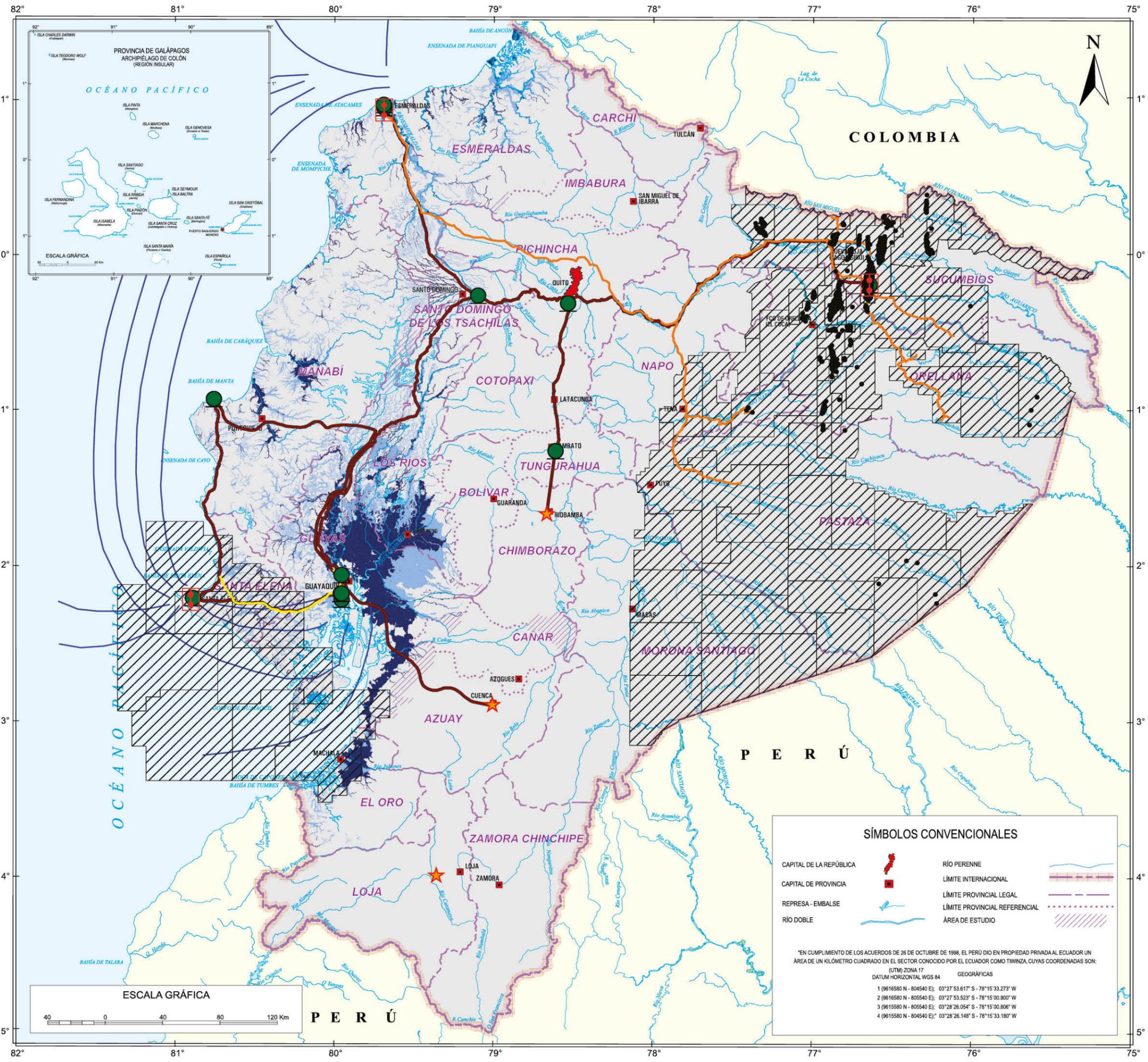
SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

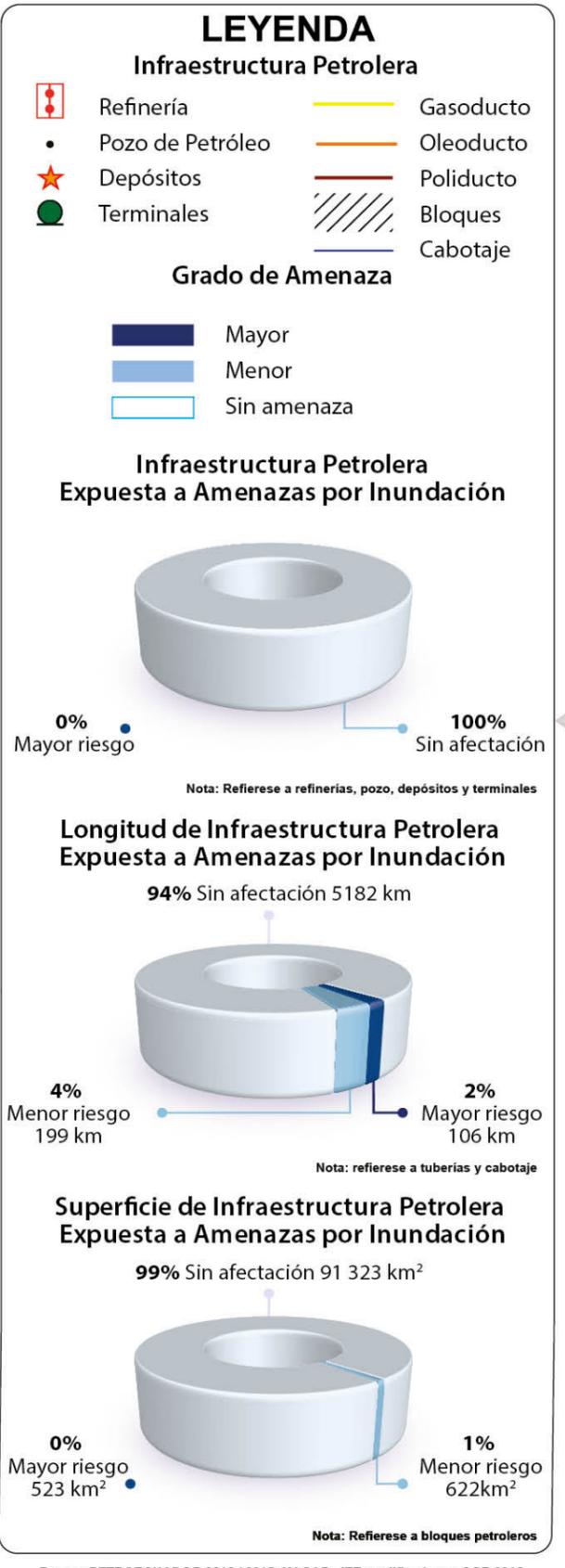
EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

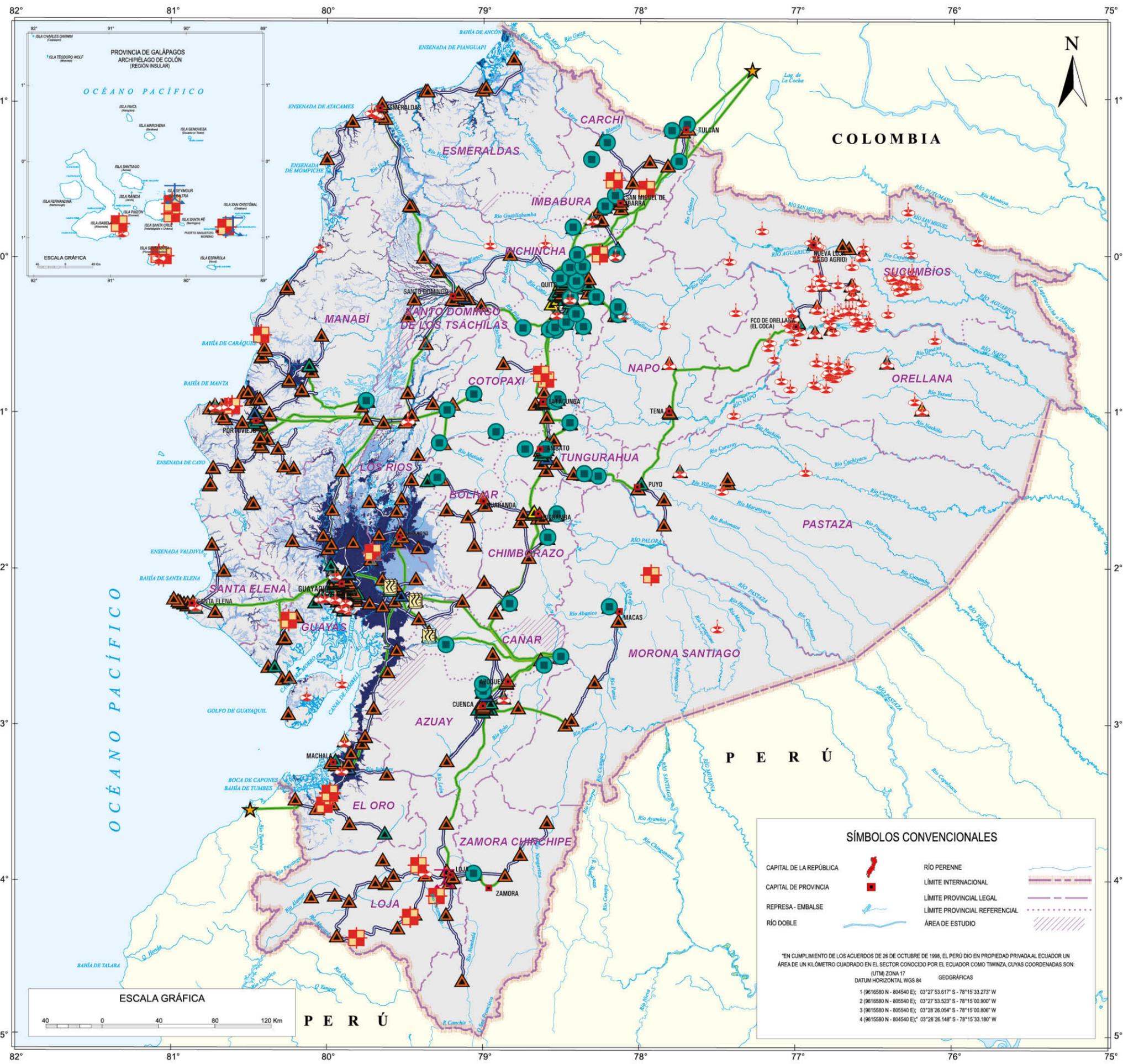
(UTM) ZONA 17
DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

- 1 (961580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
- 2 (961580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
- 3 (961580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
- 4 (961580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W



Mapa de Infraestructura Petrolera Expuesta a Amenazas por Inundación





Mapa de Infraestructura Energética Expuesta a Amenazas por Inundación

LEYENDA

Tipo de centrales eléctricas

- Biomasa
- Eólica
- Hidráulica
- Interconexión
- Solar
- Térmica

Subestaciones según potencial transmitido mw.

- 0 - 17
- 18 - 53
- 54 - 120
- 121 - 268
- 269 - 615

Grado de Afectación

- Mayor
- Menor
- Sin amenaza

Infraestructura Energética Expuesta a Amenazas por Inundación

92% Sin afectación

4% Menor riesgo 4% Mayor riesgo

Nota: Refiérese a centrales y subcentrales

Longitud de Infraestructura Energética Expuesta a Amenazas por Inundación

84% Sin afectación
7 496 km

7% Menor riesgo 9% Mayor riesgo

615 km 791 km

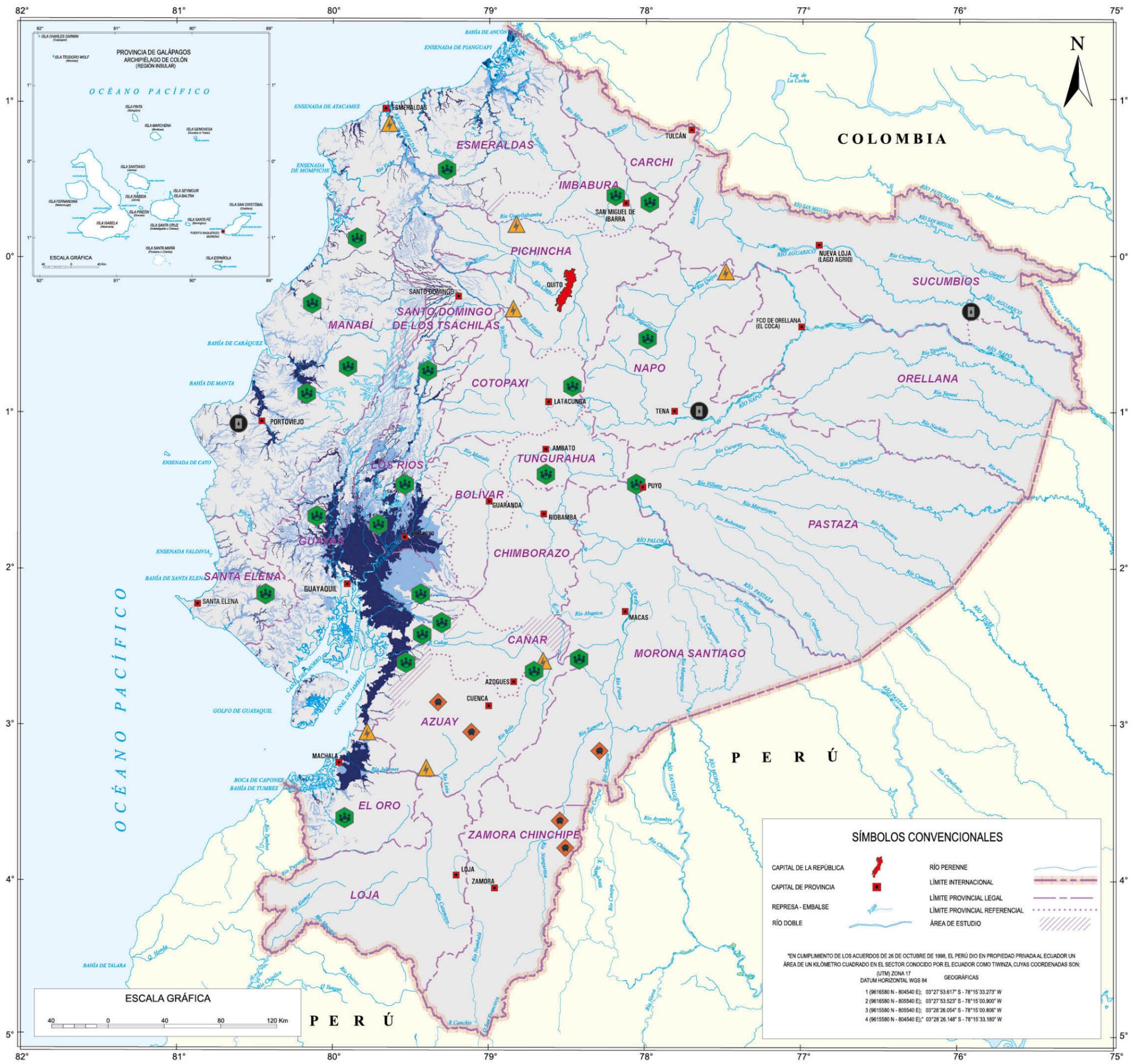
Nota: Refiérese a líneas de transmisión y líneas de subtransmisión

Fuente: CONELEC 2014 / 2016 - MAGAP - IEE modificado por SGR 2018

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

*EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:
(UTM) ZONA 17
DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS
1 (9615580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
2 (9615580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
3 (9615580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
4 (9615580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W



Mapa de Megaproyectos Expuestos a Amenazas por Inundación

LEYENDA

- Megaproyectos**
- ▲ Electricidad
 - Hidrocarburo
 - ◆ Minería
 - ⬢ Multipropósito

Grado de Amenaza

- Mayor
- Menor
- Sin amenaza

Infraestructura de Megaproyectos Expuesta a Amenazas por Inundación



Se refiere a: Proyectos de electricidad, hidrocarburo, minería y multipropósito



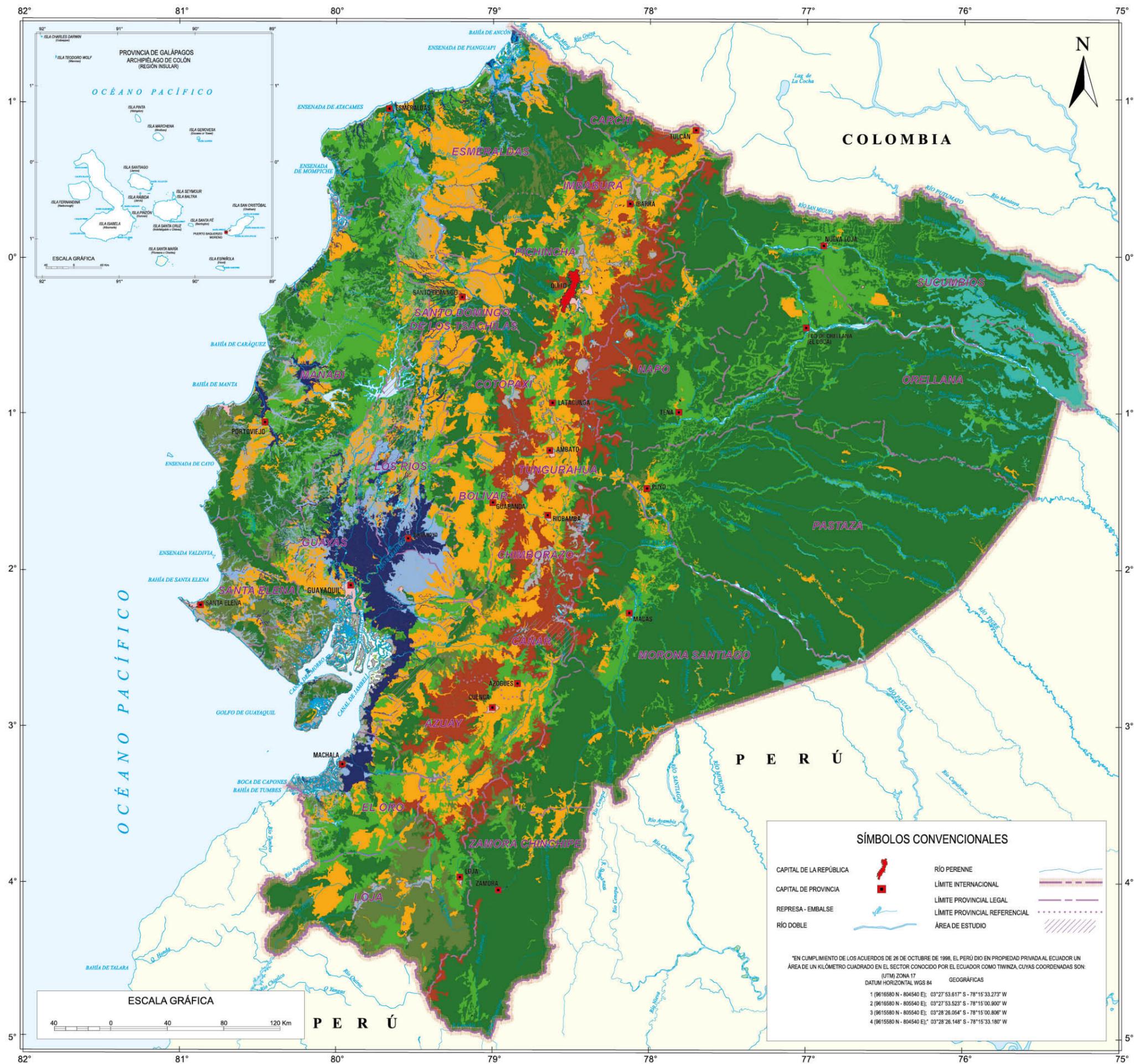
Fuente: El Universo, 2016

Fuente: SENPLADES 2016, MAGAP - IEE modificado por SGR 2018

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

*EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:
 (UTM) ZONA 17
 DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS
 1 (9616580 N - 804540 E): 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
 2 (9616580 N - 805540 E): 03°27'53.523" S - 78°15'00.800" W
 3 (9615580 N - 805540 E): 03°28'26.054" S - 78°15'00.800" W
 4 (9615580 N - 804540 E): 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W



Mapa de Uso de Suelo Expuesto a Amenazas por Inundación

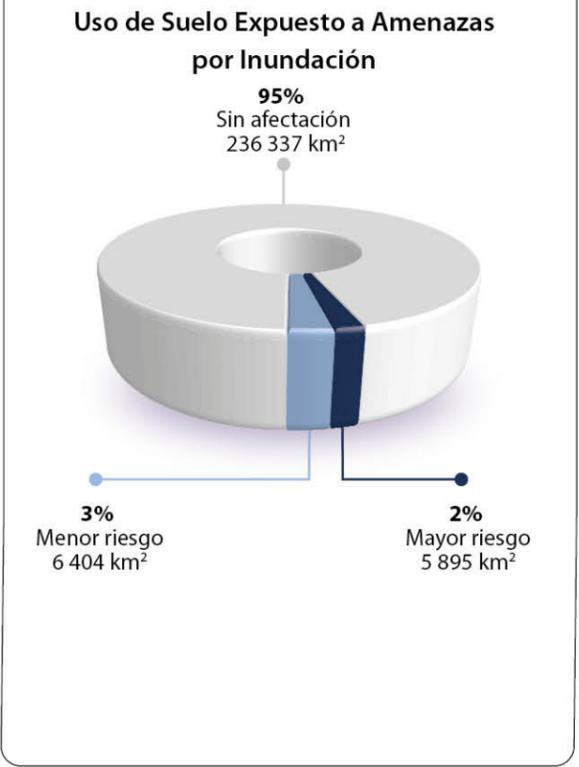
LEYENDA

Grado de Afectación

- Mayor
- Menor
- Sin amenaza

Uso del Suelo

- Bosque
- Cultivo
- Humedal
- Manglar
- Otras tierras e infraestructura antrópica
- Pastizal
- Playa
- Páramo
- Vegetación arbustiva
- Área poblada



Fuente: MAGAP 2002, MAGAP - IEE modificado por SGR, 2018



DEFICIT HÍDRICO - SEQUÍAS

Si se considera que el agua es uno de los bienes indispensables para el correcto desarrollo del ecosistema natural y su desequilibrio produce serios problemas en todos los aspectos del entorno; se percibe el verdadero valor de este recurso. Sin embargo, a causa de factores naturales, climáticos y humanos, la falta de este bien produce fenómenos que degradan el territorio y producen consecuencias devastadoras.

Es así, que se define a "Déficit Hídrico" como aquel escenario donde el agua disponible no es suficiente para satisfacer la demanda de una zona específica según un período de tiempo; mientras que se entiende como "Sequía" a aquella situación en la que existe un déficit hídrico suficiente que provoca daño a la vegetación y limita la producción de los suelos y se produce principalmente por la ausencia total o parcial de lluvias. Si las sequías son prolongadas e incontrolables pueden convertir un suelo fértil en un desierto, fenómeno conocido como "Desertificación".

En 1994, la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU) aprobó la creación de la Convención para la Lucha contra la Desertificación (UNCCD), como un acuerdo internacional vinculante que relaciona el medio ambiente y el desarrollo con la gestión sostenible del suelo y declaró al 17 de junio como el "Día Mundial para combatir la Desertificación y la Sequía", con el objetivo de sensibilizar a la población sobre la importancia de cuidar nuestro recurso tierra (FAO, 1993).

Una de las causas más preocupantes y motivo de estos fenómenos, es el desigual calentamiento de los mares y de las superficies continentales, lo que produce cambios de temperatura y presión en el aire lo que genera sistemas de vientos y corrientes de aire; las mismas que están ligadas a las principales zonas de precipitación y definen las grandes regiones climáticas que conforman la Tierra (Ortega-Gaucin, 2013).

Además, está demostrado que existe una relación directa entre la atmósfera y el océano, que da origen a fenómenos como "El Niño", corriente cálida que nace en Guinea y Micronesia y fluye hasta el Océano Pacífico con una recurrencia de intervalos de tres a ocho años. Otro fenómeno es la "Oscilación del Sur" (OS), que es la fluctuación de presión entre el centro de altas presiones del Pacífico suroriental y el centro de bajas presiones situado entre Indonesia y Australia, produciendo lluvias extremas en las costas del Pacífico. Mientras, a la fase fría de este ciclo denominado ENOS, se la conoce como "La Niña", la misma que generalmente está relacionada con la presencia de anomalías negativas de la temperatura superficial del mar y produce escasez de lluvias en la misma zona.

DÉFICIT HÍDRICO - SEQUÍA CAUSAS

▶ CAMBIO CLIMÁTICO



▶ DÉFICIT DE PRECIPITACIÓN



▶ INADECUADO USO DEL SUELO



▶ DEFORESTACIÓN



▶ PÉRDIDA DE VEGETACIÓN



DÉFICIT HÍDRICO - SEQUÍA EFECTOS

▶ DEGRADACIÓN DEL SUELO



▶ BAJO RENDIMIENTO EN LAS COSECHAS



▶ MAYOR MORTALIDAD DE ESPECIES



▶ MAYOR RIESGOS DE INCENDIOS FORESTALES



▶ MAYOR RIESGOS DE ESCASEZ DE ALIMENTOS Y AGUA A LA POBLACIÓN



▶ MAYOR RIESGOS DE DESNUTRICIÓN DE LA POBLACIÓN VULNERABLE



▶ MIGRACIÓN DE LA POBLACIÓN





DÉFICIT HÍDRICO - SEQUÍA ¿QUÉ HACER?

▶ CAMPAÑA DE
CONCIENCIACIÓN FRENTE
A LA DEGRADACIÓN
DE LA TIERRA



▶ MEJOR USO Y
CONSERVACIÓN DEL
AGUA



▶ REFORESTACIÓN



▶ PROMOVER INICIATIVAS
COMO GESTIÓN DE
DESECHOS ORGÁNICOS
AGRÍCOLAS, CONSUMIR
PRODUCTOS ORGÁNICOS



▶ INVERTIR EN SISTEMAS
DE RECOLECCIÓN Y
DISTRIBUCIÓN DE AGUA



De acuerdo a los últimos estudios realizados entre Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) se determinó que el 47% de los suelos de nuestro país se encuentran en procesos de degradación.

Considerando importante la afectación climática que se le atribuye también a los efectos de actividades humanas como quema de combustibles fósiles, destrucción de bosques y aumento de emisión de gases.

Histórico

El Ecuador, debido a su ubicación geográfica y gracias a los contrastes físicos - orográficos que presenta, es un país sensible a afectaciones de índole climático. En los últimos años se han registrado variaciones climáticas como incrementos de temperatura, cambios en el régimen hidrológico y meteorológico produciendo eventos como inundaciones, sequías, heladas, entre otros.

El fenómeno natural meteorológico que se ha venido repitiendo históricamente en nuestro país, son las sequías, siendo cada vez más severas y recurrentes; ocasionando impactos negativos en el campo agrícola, ganadero y en la disponibilidad hídrica para el consumo. Algunos relatos de cronistas describen que entre los años 1600 y 1900, el país era azotado por sequías en la región costera hasta por décadas, las mismas que son coincidentes con la presencia de temperaturas anormalmente frías en el océano. Por lo que, varios investigadores han registrado los años de períodos secos más fuertes y datan de mediados del siglo XX, siendo: 1925, 1926, 1949, 1954, 1964, 1966, 1968, 1970, 1973, 1975, 1988, 1996, 1998 y 2001.



Foto. Sequías en Chone - Manabí, año 2009

Fuente: <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/134789-ganaderos-preocupados-por-la-sequia-en-chone-olmedo-y-24-de-mayo/>

Problemática

Así como el fenómeno de "El Niño" genera un exceso pluviométrico, el fenómeno opuesto, "La Niña", suele producir condiciones hídricas deficientes; no obstante, los efectos globales de este último fenómeno son menores. Se producen, por la ausencia temporal de lluvias en un año hidrológico normal. En el Ecuador, las provincias de El Oro y Manabí son las más afectadas por la presencia de este fenómeno natural (4 episodios en 12 años); luego se encuentran Azuay, Guayas, Tungurahua, Pichincha, Imbabura, Esmeraldas y Carchi, en orden de afectación decreciente.

Generalmente, las sequías no afectan al funcionamiento de las ciudades, pero en el área rural sí afectan directamente a los cultivos que abastecen con sus productos a los mercados de las ciudades; pueden dar lugar también a la presencia de apagones causados por la falta de precipitaciones en las unidades hidrográficas que a su vez se traduce en la reducción del caudal en las represas de las plantas hidroeléctricas.

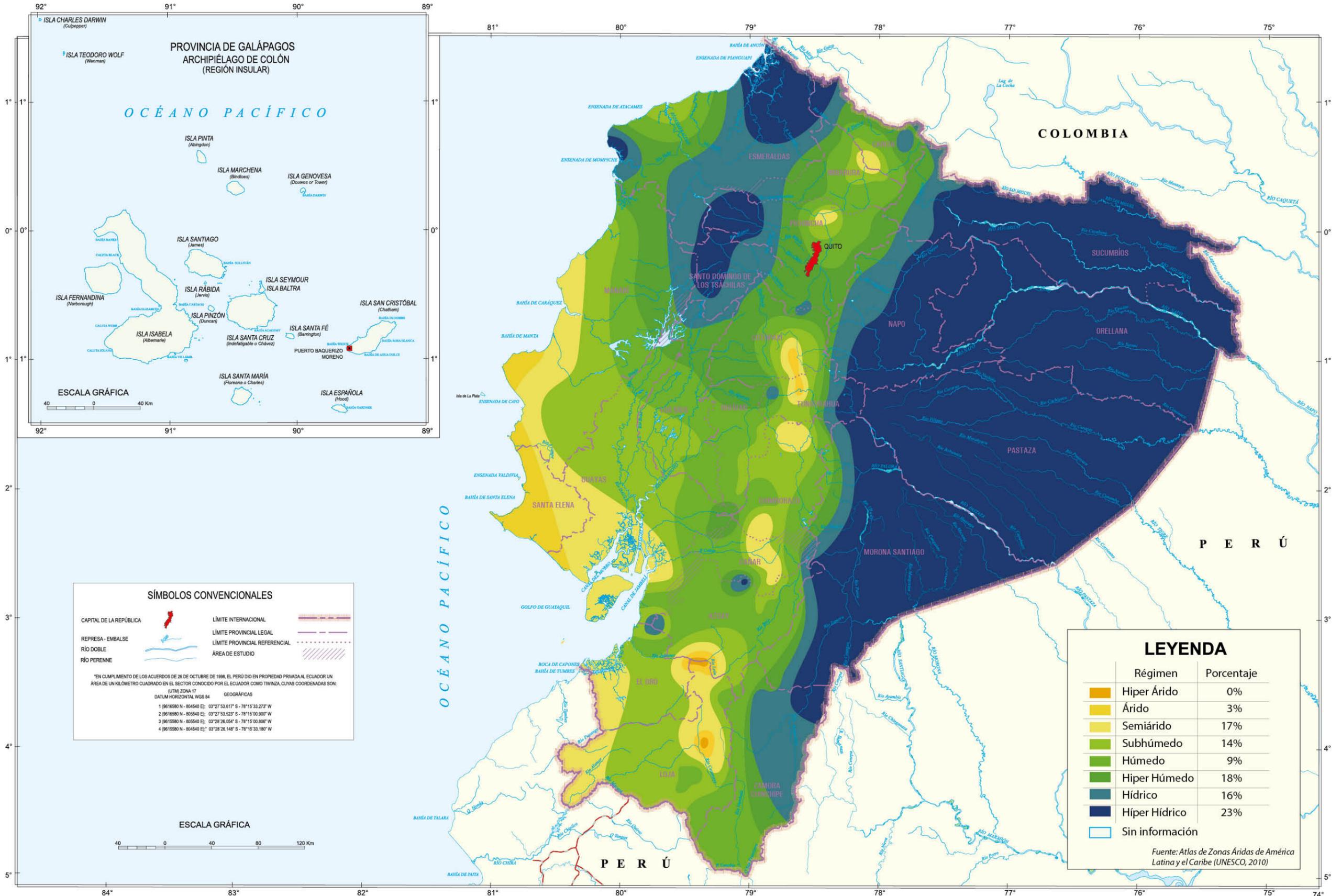
Como consecuencia de estos fenómenos en el país, según la Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente -MAE- se producen fundamentalmente por dos grandes grupos de procesos: antropogénicos y naturales (FAO - Ecuador, 2017).

- Causas Antropogénicas: se pueden citar la deforestación, los monocultivos, uso intensivo de pesticidas, cambio de uso del suelo, la deforestación, ganadería extensiva, falta de planificación y ordenamiento territorial, el abandono de los saberes ancestrales, ingreso de material vegetal exógeno agresivo con el suelo y especies animales no endémicas en zonas frágiles, cultivos en favor de la pendiente y usos inadecuado de maquinaria agrícola.
- Causas Naturales: debido al desigual calentamiento de los mares y de las superficies continentales, se generan cambios de temperaturas y presión del aire, lo que generan sistemas de vientos y corrientes de aire que dan origen a fenómenos como El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), modificaciones en los patrones de la circulación atmosférica, las variaciones en la actividad solar. Otras causas son las erupciones volcánicas.

Como consecuencia, según un estudio realizado por el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Oficina Regional de ciencia para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Ecuador presenta un 22% del total de su superficie como zona árida si se considera las zonas xéricas, hiperáridas, áridas, semiáridas (UNESCO, 2010).



Mapa de Aridez del Ecuador





Cartografía de Amenazas

El mapa de susceptibilidad a déficit hídrico – sequías, se generó considerando técnicas de evaluación multicriterio que se combinan con aspectos físicos y análisis estadísticos de parámetros meteorológicos y ambientales, considerando que la Secretaría de Gestión de Riesgos en el año 2015 presentó la metodología para la determinación de “Zonas de Susceptibilidad a Sequías” a nivel nacional, que formó parte del proyecto “Clima, Hidrología y Amenazas Hidrometeorológicas” (SGR, 2015). A continuación los elementos considerados:

1. Mapa de Déficit Hídrico
2. Caracterización físico - geográfica (suelos, textura, topografía)
3. Caracterización climática (precipitación, temperatura)
4. Índices de sequías

Fuentes y Variables de Información Utilizadas

Para la descripción de la susceptibilidad a déficit hídrico – sequía meteorológica (SGR, 2015), la Secretaría de Gestión de Riesgo, fundamenta su análisis en estudios estadísticos de las relaciones entre parámetros como la precipitación, la temperatura, la evapotranspiración potencial o real, la humedad del suelo, etc. Siendo importante el cálculo de la variabilidad de dichos parámetros, en un período de tiempo, lo que se realizó mediante índices que determinan el déficit hídrico de una determinada región. Uno de los índices utilizados es el Índice Normalizado de Precipitación (SPI) que identifica características como intensidad, duración y frecuencia en un lugar geográfico y que además, va acorde a la recomendación realizada en el décimo sexto Congreso Meteorológico Mundial y el Índice de Desviación de Precipitación con respecto a su Normal (IDP) o también conocido como el Porcentaje de la Precipitación Normal (PPN) para determinar zonas susceptibles a sequías.

Los datos históricos de precipitación mensual y anual fueron analizados de los registros de 137 estaciones meteorológicas y 142 estaciones pluviométricas disponibles, en total 279 estaciones operativas que corresponden 242 al INAMHI, 23 a la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), 7 al Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) y 7 a Hidronación. Se obtuvo un período homogéneo de datos de 25 años (1985 – 2009); se descartó los años 1997-1998 que fueron climáticamente excepcionales.

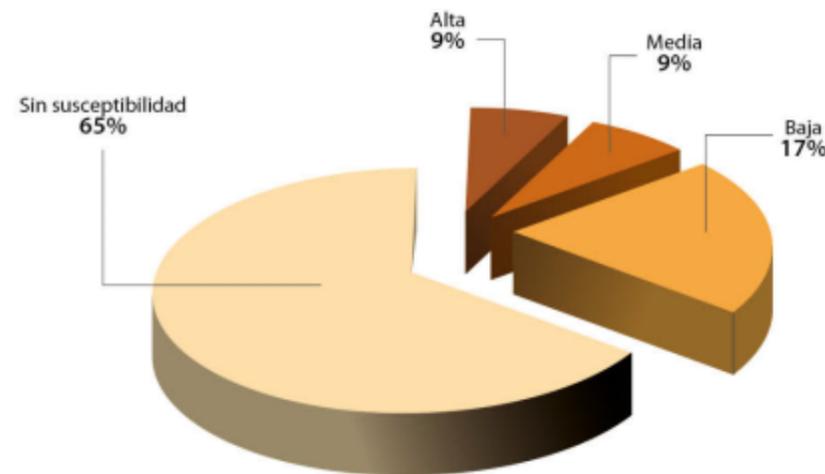
Además, se realizó una caracterización física donde se delimitó las zonas propensas a sequías, mediante el análisis de geoformas y relacionarlas con la información de suelos y relieve (pendientes).

Se definieron entonces las zonas susceptibles a sequías a nivel nacional, las que se representa en 4 niveles, como se detalla en la siguiente leyenda.



Considerando estas zonas de susceptibilidad, unicamente en el Ecuador Continental, se tiene el porcentaje de cubrimiento que se presenta en el siguiente gráfico:

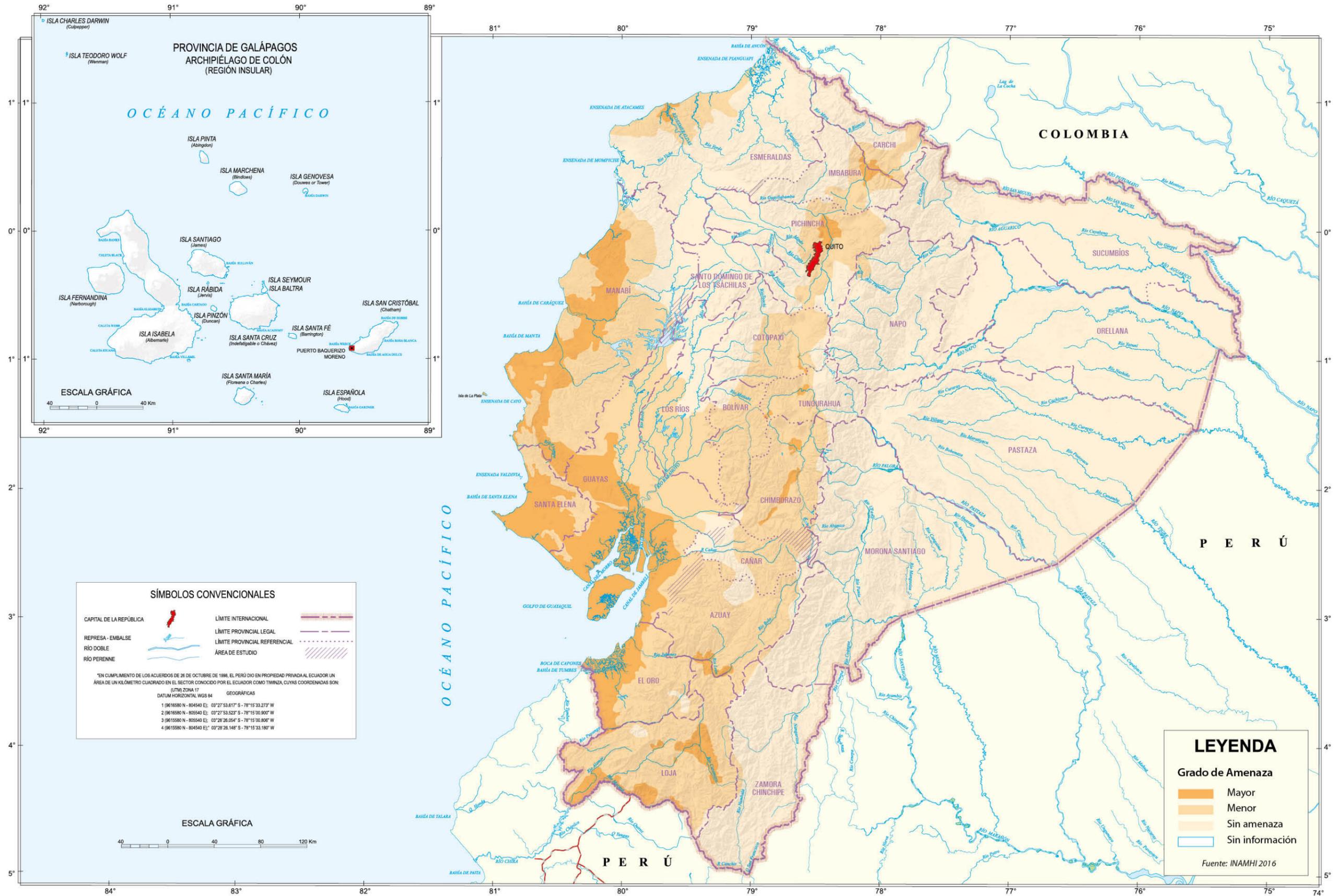
Gráfico 4. Susceptibilidad a sequías del Ecuador continental

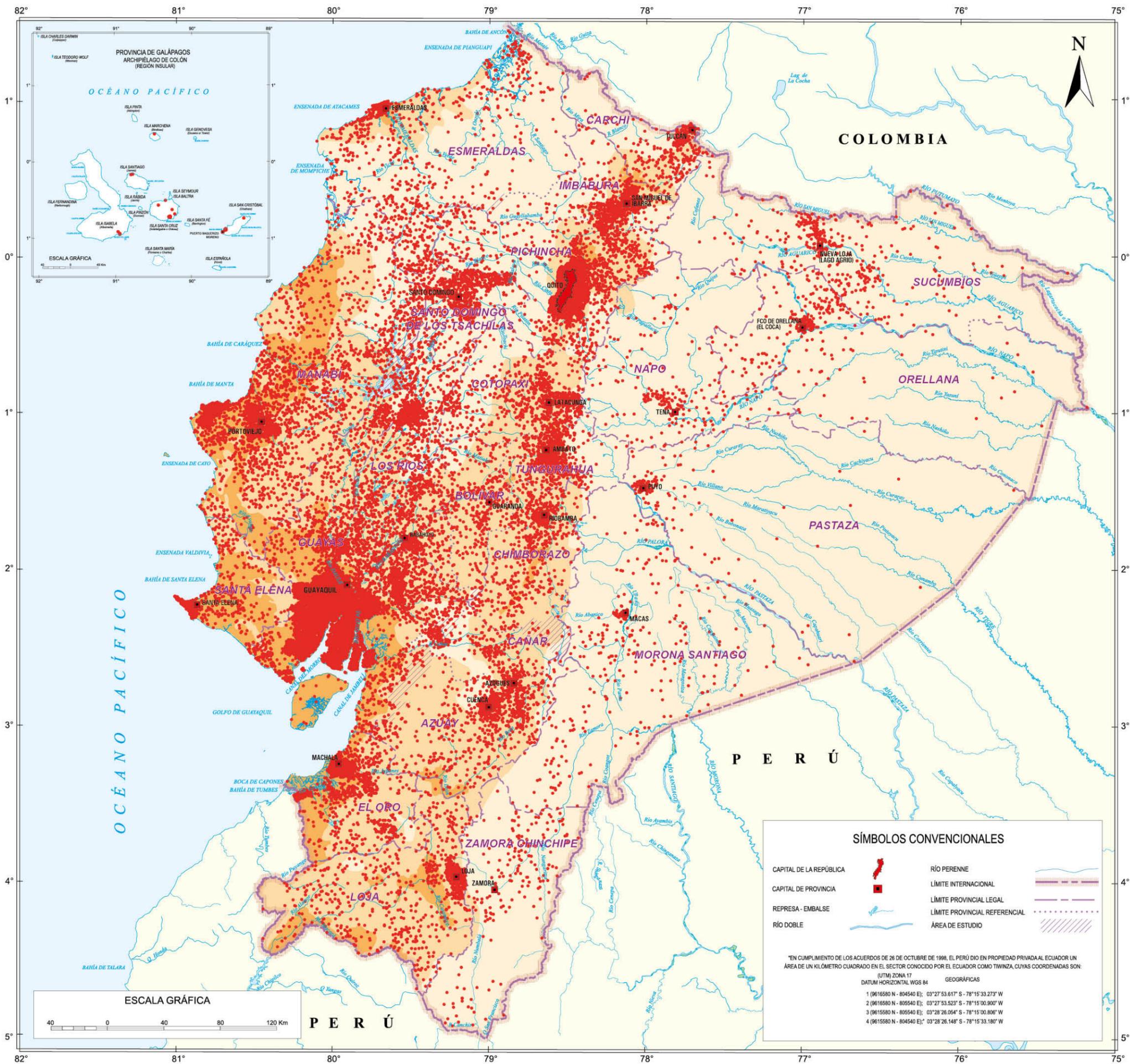


Fuente: Grupo Técnico Clima e Hidrología MAGAP - IEE (SGR, 2015)

Este mapa de zonas de susceptibilidad fue agrupado en dos tipos de peligro (mayor y menor) y se cruzó esta información con infraestructura de educación, salud, energía y vialidad, obteniendo así mapas que permiten visualizar la problemática de las sequías y las zonas geográficas del Ecuador con mayor afectación por esta amenaza.

Mapa de Sequías del Ecuador.



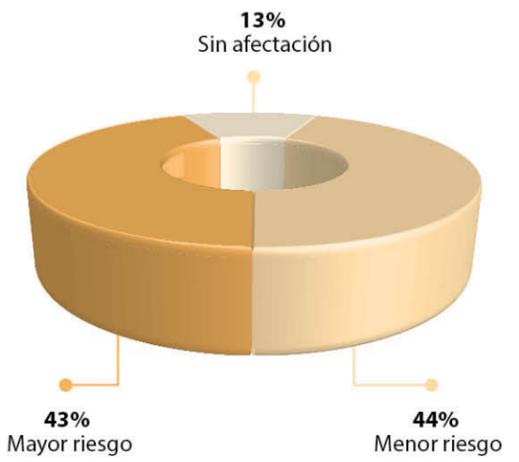


Mapa de Población Expuesta a Amenazas por Sequías

LEYENDA

- Población**
- Un punto representa 500 habitantes
- Grado de Amenaza**
- Mayor
 - Menor
 - Sin amenaza
 - Sin información

Población Expuesta a Amenazas por Sequías



Nota: El análisis se hace con el número de habitantes a nivel parroquial



Cuente: Trinchera Online.com, 2018

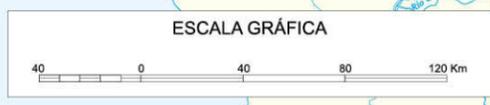
SÍMBOLOS CONVENCIONALES

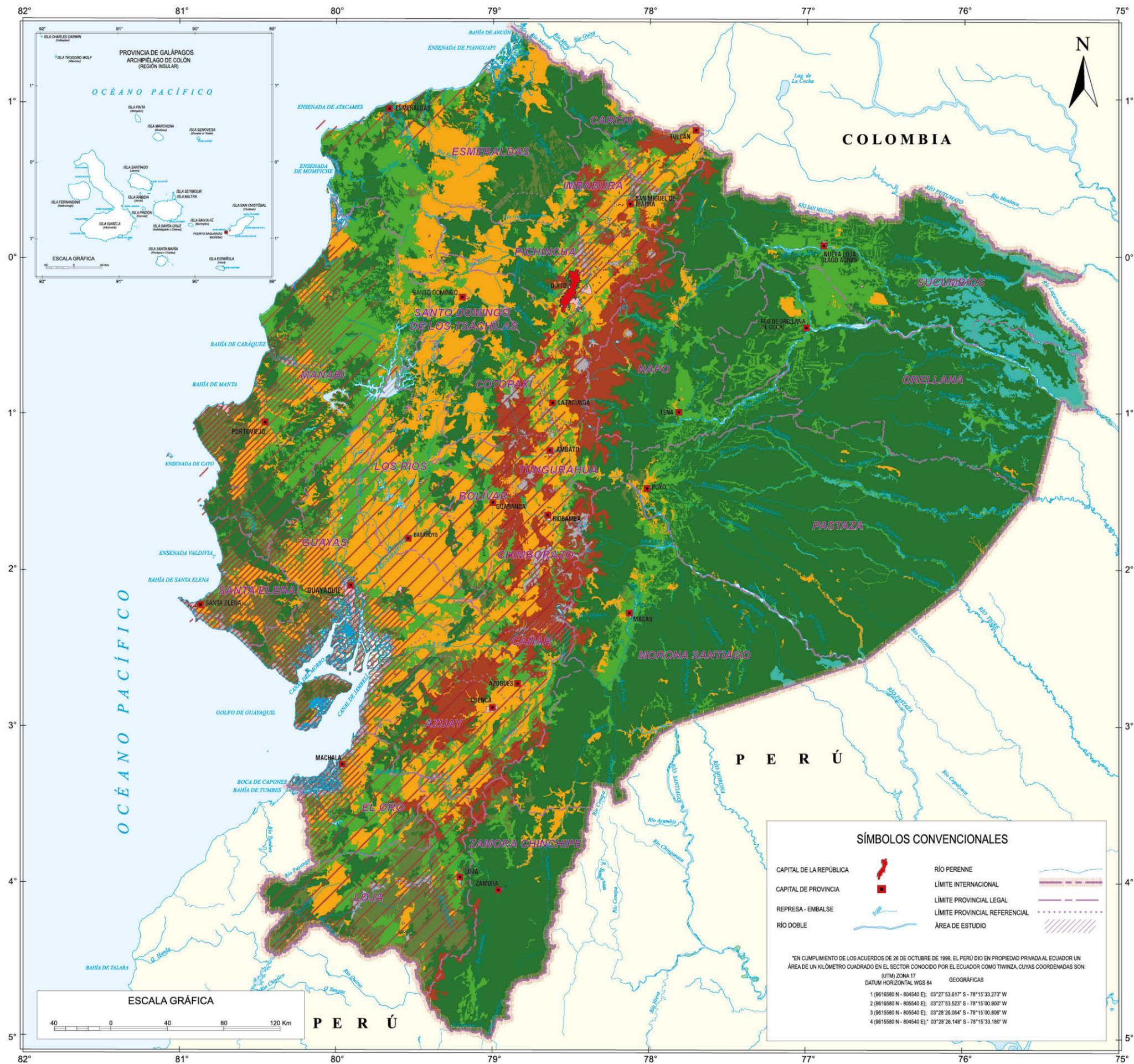
CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17
DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

1 (9615580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
2 (9615580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
3 (9615580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
4 (9615580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W

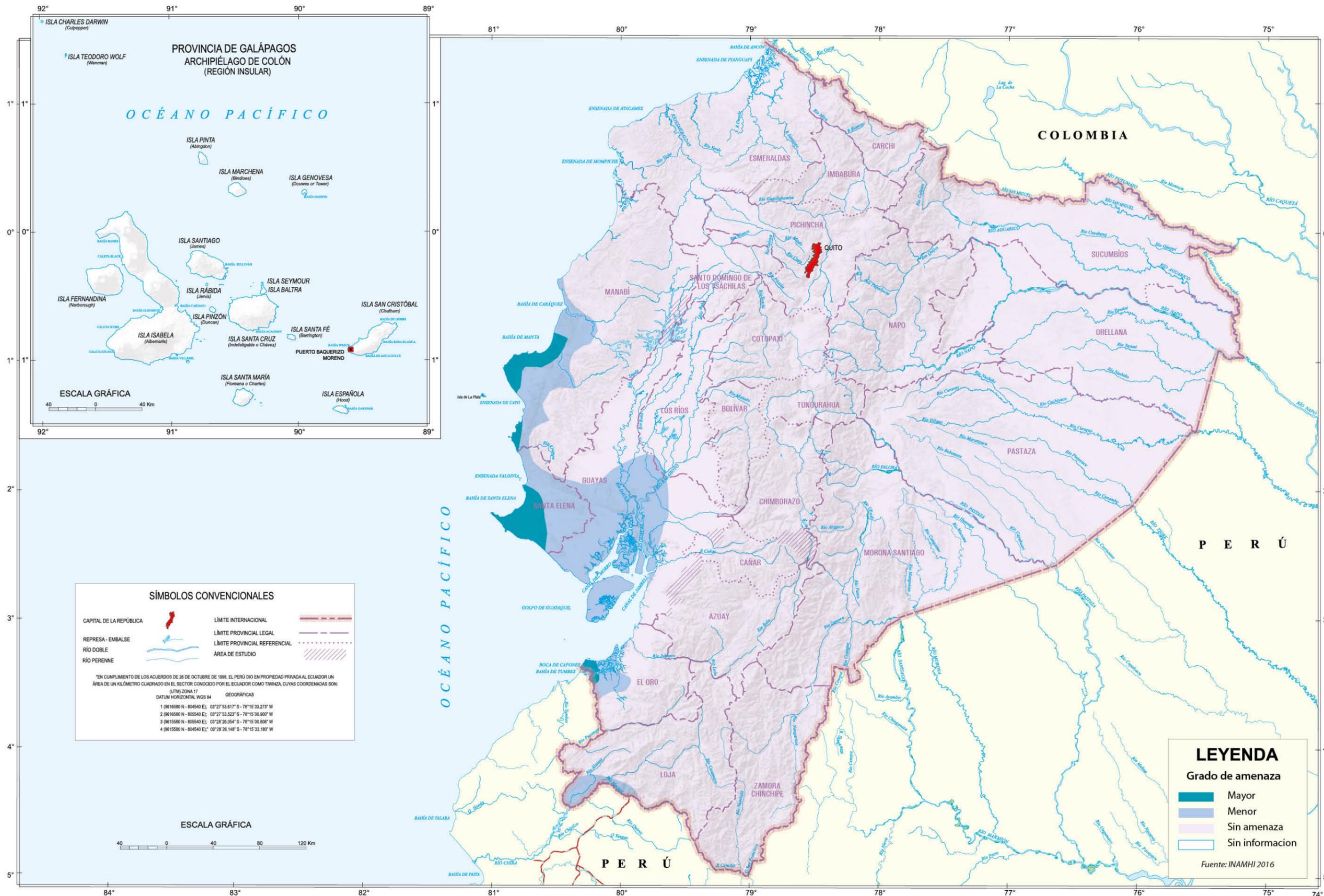


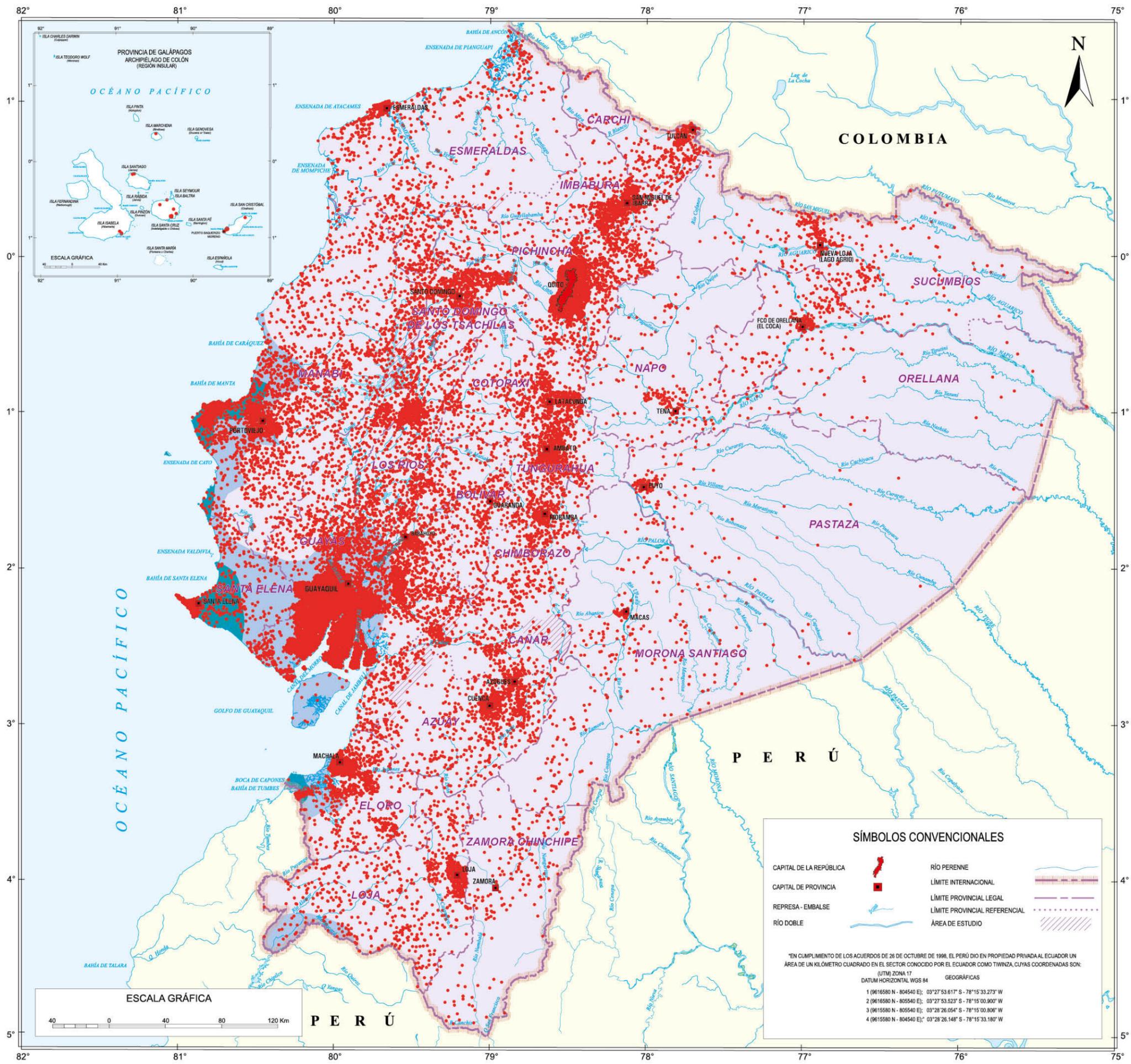


Mapa de Uso de Suelo Expuesto a Amenazas por Sequías



Mapa de Déficit Hídrico del Ecuador.





Mapa de Población Expuesta a Amenazas por Déficit Hídrico

LEYENDA

- Población:** Un punto representa 500 habitantes
- Grado de Amenaza:**
 - Mayor
 - Menor
 - Sin amenaza
 - Sin informacion

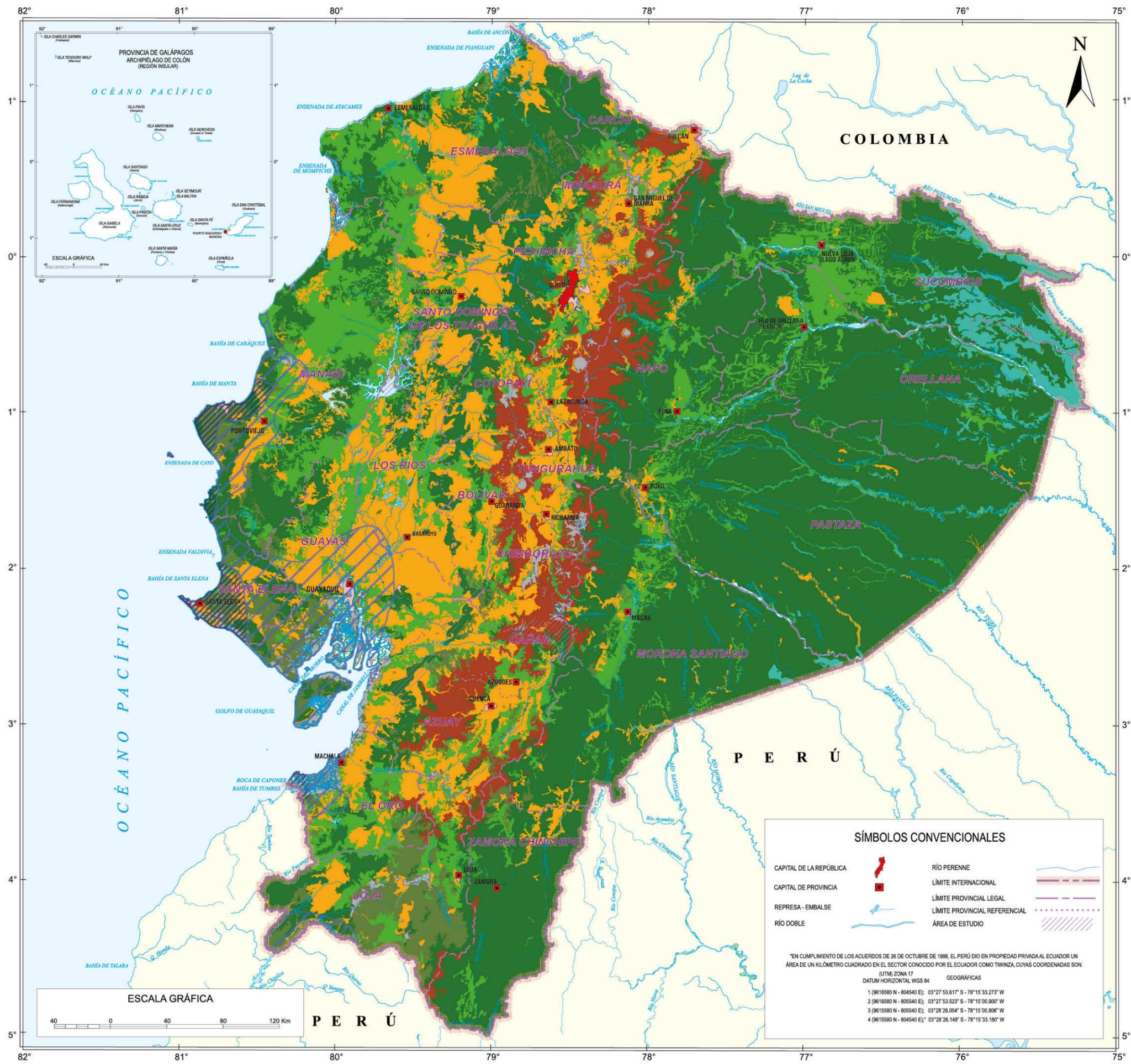
Población Expuesta a Amenazas por Déficit Hídrico

69% Sin afectación
25% Menor riesgo
6% Mayor riesgo

Nota: El análisis se hace con el número de habitantes a nivel parroquial

Fuente: El Diario Manabita 2018

Fuente: INEC 2010, INAMHI 2016



Mapa de Uso de Suelo Expuesto a Amenazas por Déficit Hídrico

LEYENDA

Grado de Amenaza

- Mayor
- Menor
- Sin información

Uso del Suelo

- Bosque
- Vegetación arbustiva
- Páramo
- Manglar
- Humedal
- Cultivo
- Pastizal
- Playa
- Área poblada
- Otras tierras e infraestructura antrópica

Uso de Suelo Expuesto a Amenazas por Déficit Hídrico

93% Sin afectación	232 471 km ²
6% Menor riesgo	13 834 km ²
1% Mayor riesgo	2 332 km ²

INAMHI 2016, MAGAP 2002

Fuente: INAMHI 2016, MAGAP 2002

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA	RÍO PERENNE	LÍMITE INTERNACIONAL
CAPITAL DE PROVINCIA	LÍMITE INTERNACIONAL	LÍMITE PROVINCIAL LEGAL
REPRESA - EMBALSE	LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL
RÍO DOBLE	ÁREA DE ESTUDIO	ÁREA DE ESTUDIO

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17
DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

- 1 (961580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
- 2 (961580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
- 3 (961580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
- 4 (961580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W

MOVIMIENTOS EN MASA

Los movimientos en masa en el Ecuador han estado presentes a lo largo de su historia debido a sus características geológicas, geomorfológicas y climáticas del país, esto sumado a la ocupación de zonas montañosas crean el ambiente perfecto para la generación de este tipo de fenómenos.

Por lo general los movimientos en masa toman nombres diversos (deslizamientos, derrumbes, coladas de barro, solifluxión, hundimientos desprendimientos y desplomes; entre lo más habitual se los conoce como deslizamientos cuando el movimiento de material es rápido y se produce a lo largo de una superficie inclinada o plano de falla, se lo denomina también derrumbes cuando se produce por movimientos que precipitan la separación de segmentos nuevos, de un lecho de material de cualquier tamaño.

Varios factores influyen para que se produzcan estos movimientos de material: el grado de inclinación del terreno, el tipo de suelos, la extensión de las vertientes, las formaciones geológicas subyacentes, las precipitaciones (cantidad y repartición anual), la presencia de fallas, la ocurrencia de sismos y también ciertas acciones antrópicas.

En la práctica es difícil asignar un movimiento en masa a una clase en particular, debido a que la mayoría de los procesos son bastante complejos y presentan diferentes comportamientos a lo largo de su trayectoria (Grupo Gemma, 2007) por lo que se tratará el tema como movimientos en masa y sus clasificaciones de manera general.

Historia de los Movimientos en Masa

La provincia de Manabí es la que ha sufrido la mayor cantidad de deslizamientos; le siguen Pichincha, Guayas, Esmeraldas y varias provincias del centro y sur de la Sierra.

Al igual que las inundaciones, el exceso de precipitaciones durante los meses de duración del fenómeno de "El Niño" produce un sinnúmero de deslizamientos aislados en toda la Costa.

Es importante destacar que, no son siempre los mismos sectores los afectados ya que cada episodio de "El Niño" tiene características geográficas peculiares, la provincia de Esmeraldas, por ejemplo, fue mucho más afectada por los derrumbes en 1997-98 que en 1982-83.

MOVIMIENTOS EN MASA CAUSAS



▶ SATURACIÓN

El suelo se satura por lluvias intensas o por fugas de agua en tuberías, y se sacude a causa de sismos, actividad volcánica o vibración de maquinaria.

▶ SOBRECARGA

Sobrecargamos el suelo con construcciones.

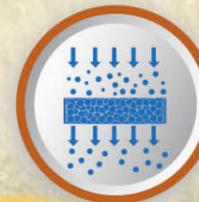


▶ DEFORESTACIÓN

Deforestamos el terreno.

▶ FILTRACIÓN

Saturamos el suelo por filtraciones de fosas sépticas y aguas domésticas.



▶ EXCAVACIÓN

Hacemos cortes o excavaciones inadecuadas para la construcción de obras.

MOVIMIENTOS EN MASA SEÑALES



▶ AGRIETAMIENTOS

Undimientos y agrietamiento en la parte media o alta de la ladera.

▶ DEFORMACIONES

Levantamiento de pisos y deformaciones que dificultan el cierre de puertas y/o ventanas.



▶ ROTURA

Fisura de pavimentos.



▶ DECLIVE

Inclinación de árboles y cercas.



▶ DEFORMACIÓN

Deformaciones o rotura de muros y/o contrafuertes.



▶ TEMBLORES

Pequeños temblores



MOVIMIENTO EN MASA | ¿QUÉ HACER?



TENER LISTO EL PLAN FAMILIAR DE RESPUESTA.



TENER LISTA TU MOCHILA DE EMERGENCIA.



CONOCE EL PLAN LOCAL DE RESPUESTA.



PREPARA EL KIT DE EMERGENCIA PARA ANIMALES.



Acuda a las autoridades locales para saber si la zona en que vive está expuesta a este tipo de riesgos.

Factores que pueden detonar un deslizamiento

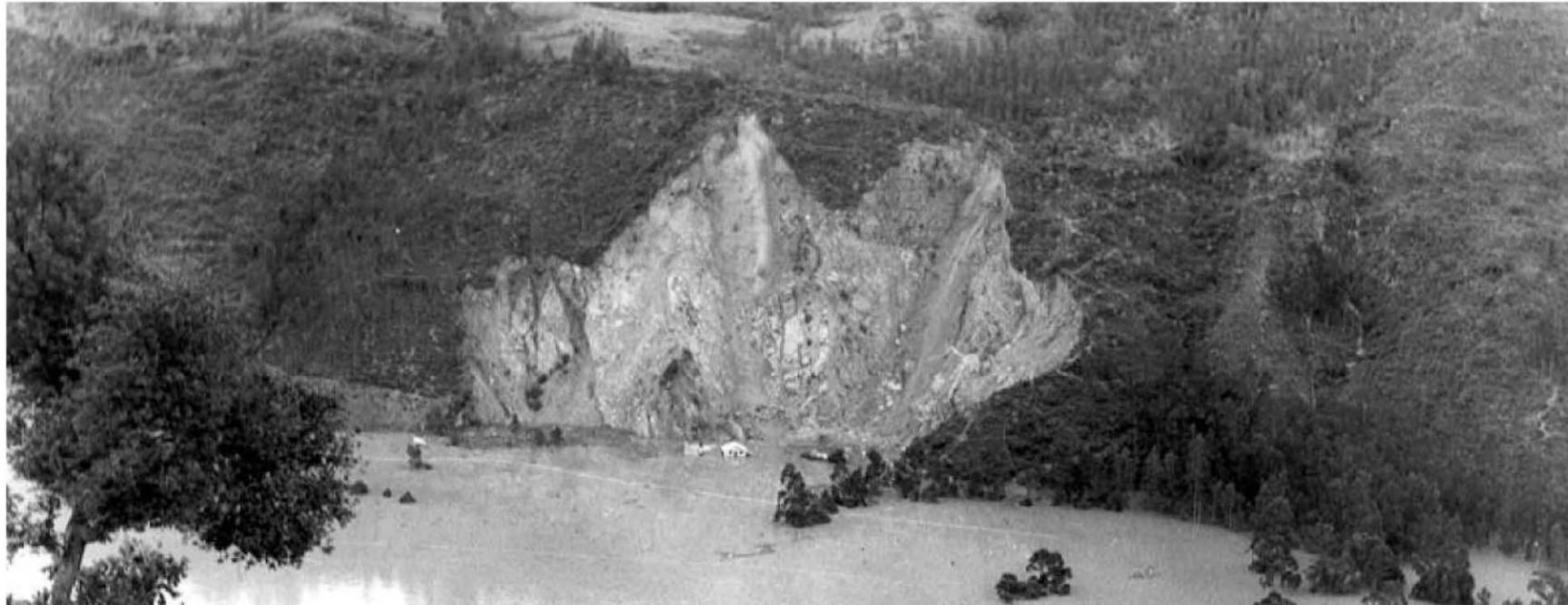


Derrumbe Quito, 2015.
Fuente: Medios públicos

En el decenio de 1980 a 1990, el promedio anual de víctimas mortales por movimientos en masa en la región andina fue de alrededor de 50 personas y más de 100 viviendas sufrieron daño parcial o total, en el año 1987 en la zona del volcán El Reventador, causaron daños en redes viales entre Quito y Lago Agrio aislando cerca de 75 000 habitantes, además la rotura de la tubería del Oleoducto Trans-Ecuatoriano (SOTE), resultando para el país una pérdida de aproximadamente de 800 millones de dólares lo que provocó una recesión económica de 5 años.

Cabe anotar también que algunos movimientos en masa de gran magnitud no son asociados a "El Niño". El gigantesco derrumbe del cerro Tahual (La Josefina), ocurrido en marzo de 1993, provocó el represamiento del río Paute y amenazó la represa de Amaluza río abajo (instalación que produce alrededor del 60% de la energía eléctrica del país), así mismo 741 viviendas se destruyeron, 2 473 ha de tierra y 105 km de vía fueron afectadas generando pérdidas que se calcularon en 147 millones de dólares.

Durante el periodo del Fenómeno del Niño de 1997-1998, los deslizamientos fueron el segundo fenómeno después de las inundaciones que más evacuados y afectados provocaron con alrededor de 20 252 y 7 675 evacuados y de igual manera las pérdidas económicas superaron los 500 millones de dólares en la provincia de Manabí, 400 millones de dólares en Guayas y más de 200 millones de dólares en Los Ríos y El Oro (Eras Galarza, 2009).



Derrumbe de La Josefina, 1933 / Fuente: Diario El Telégrafo

En la tabla siguiente se detallan las afectaciones por movimientos en masa a partir del año 2011 hasta mayo 2017, manifestadas mediante dos variables: número de eventos y hectáreas de cultivo afectadas en cada provincia.

Problemática

Los movimientos en masa ocurren debido a una serie de características donde se conjugan: el tipo de material, la humedad retenida, la topografía y adicionalmente existen factores como las lluvias intensas y prolongadas, las vibraciones por terremotos, explosiones, maquinarias o algún tipo de actividad humana como minería e hidroeléctricas que influyen directamente en la generación de este tipo de eventos.

Estos se constituyen en un problema debido a su ocurrencia, ha causado muchas pérdidas humanas, problemas sociales y económicos. Los mayores impactos suceden en los caminos de montaña donde se disminuye la estabilidad de los taludes y ocurren los deslizamientos o derrumbes sobre las vías, edificaciones y personas. El costo que implica la estabilización de taludes es alto por lo que, en general, las vías del país no disponen de esta infraestructura con contadas excepciones.

Cartografía de Amenazas

El mapa de movimientos en masa fue desarrollado por el Instituto Espacial Ecuatoriano (ex-CLIRSEN) en función de datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura,

Tabla 8. Afectaciones por movimientos en masa

PROVINCIA	EVENTO	HECTÁREAS AFEC. DE CULTIVOS
Galápagos	1	
Santa Elena	10	
Los Ríos	20	
Orellana	23	
Carchi	62	600,3
Sucumbíos	76	
Guayas	77	
Cañar	111	180
Imbabura	144	400
Santo Domingo de Los Tsáchilas	151	12
Cotopaxi	156	1
Pastaza	156	14
Manabí	196	1
Esmeraldas	220	0,5
Azuay	252	25
Napo	253	16
Bolívar	261	90
Morona Santiago	323	
El Oro	374	
Chimborazo	382	4,5
Zamora Chinchipe	424	0
Pichincha	448	0
Tungurahua	573	309,8
Loja	903	27,3
TOTAL	5 596	1 681,4

Fuente: SGR, 2017

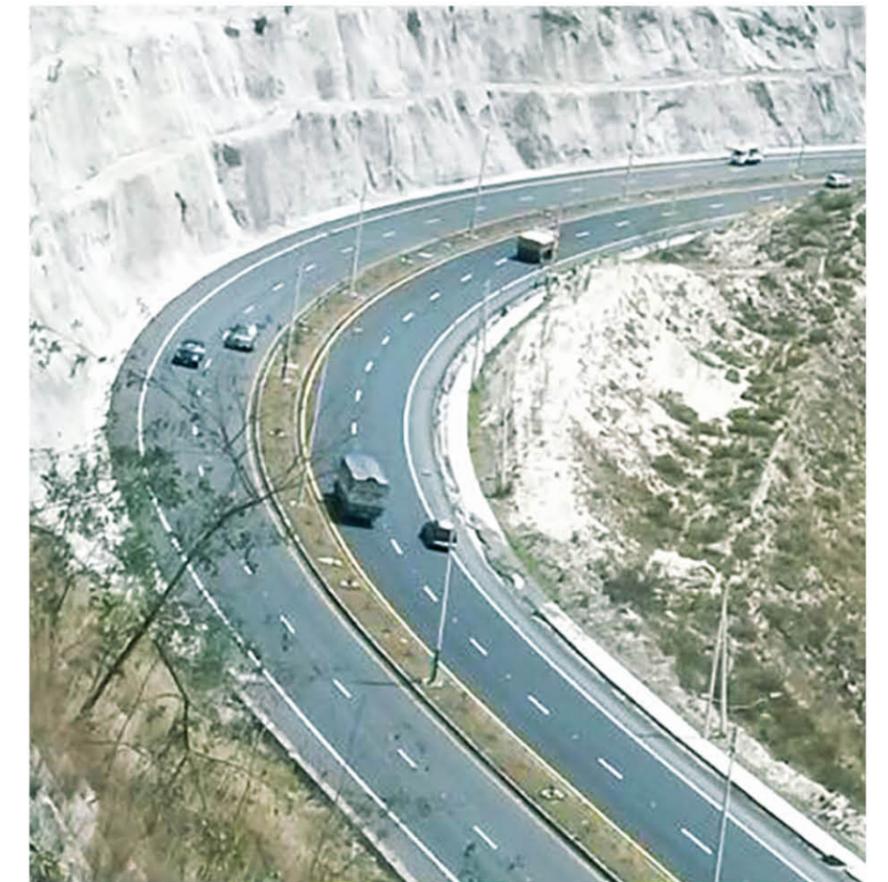
Ganadería. Acuicultura y Pesca (MAGAP), el Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM) y el Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INAMHI).

En base a este mapa, conocido como multiamenazas, se extrajo las áreas susceptibles a peligros de movimientos en masa y en función de estas se generó nueva información cruzada con infraestructura vial, de salud, de educación y energética con la finalidad de determinar el porcentaje de infraestructura afectada en mayor o menor peligro (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016).

Fuentes y Variables de Información Utilizadas

El mapa de movimientos en masa del Ecuador se desarrolló con el aporte de las siguientes fuentes de información:

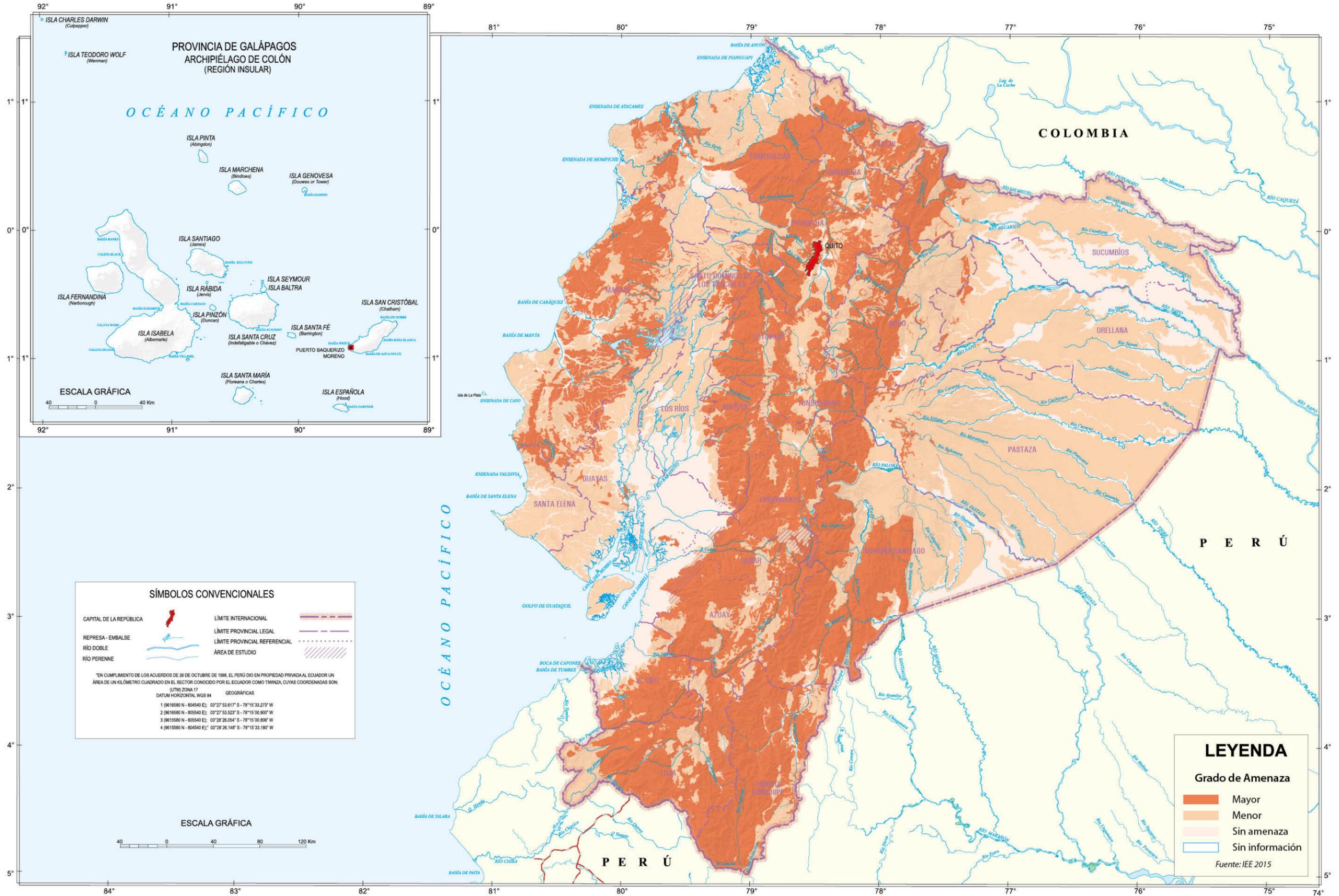
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2002
- Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM), varios años.
- Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INAMHI), varios años.



Paso lateral de Ambato. Fuente: Mundo constructor, 2015



Mapa de Movimientos de Masa del Ecuador.



SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA	LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE	LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE	LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
RÍO PERENNE	ÁREA DE ESTUDIO	

*EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

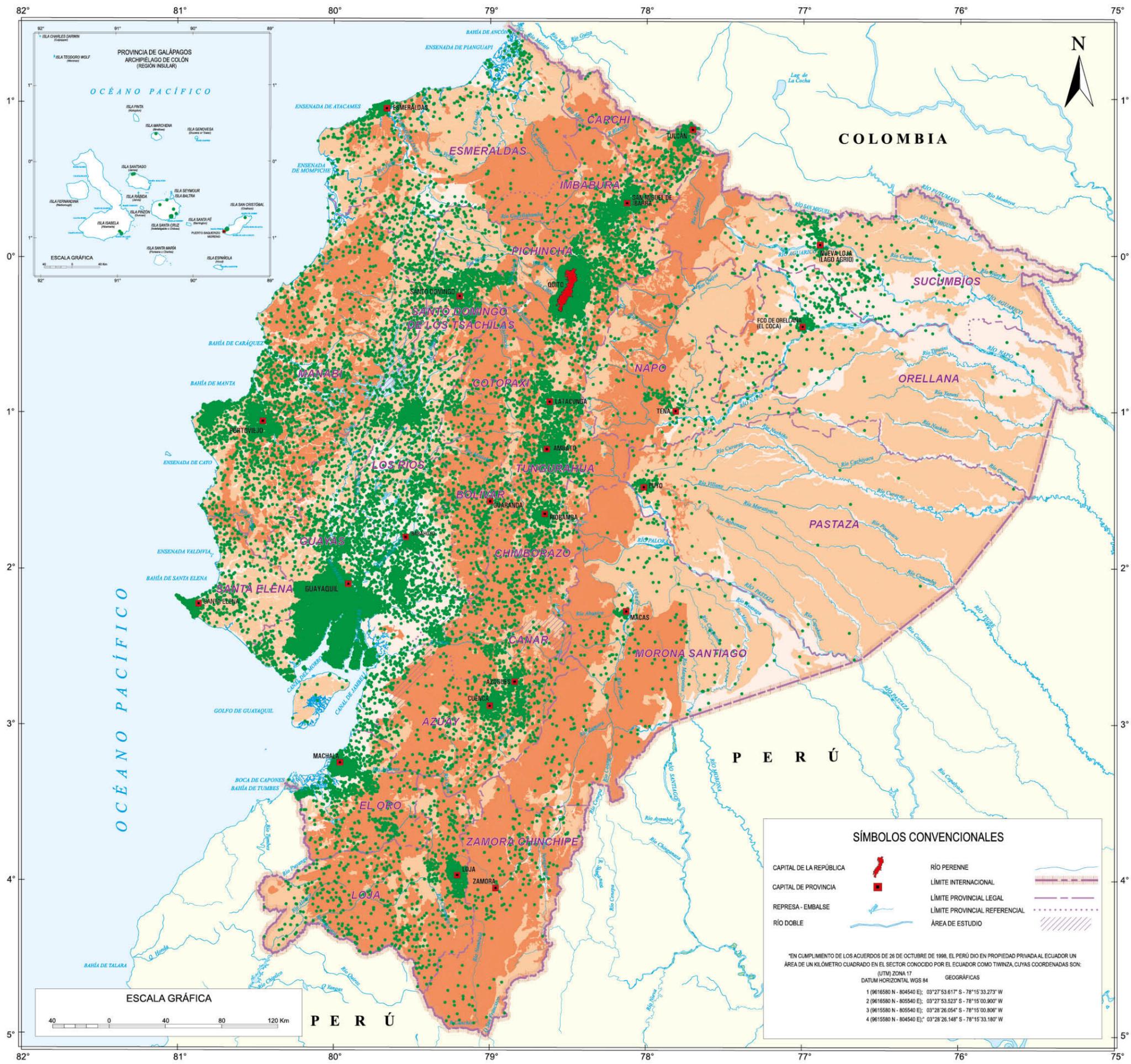
UTM ZONA 17	GEOGRÁFICAS
1 (961600 N - 804540 E): 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W	
2 (961600 N - 805540 E): 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W	
3 (961550 N - 805540 E): 03°28'26.054" S - 78°15'00.800" W	
4 (961550 N - 804540 E): 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W	

LEYENDA

Grado de Amenaza

- Mayor
- Menor
- Sin amenaza
- Sin información

Fuente: IEE 2015



Mapa de Población Expuesta a Amenazas por Movimientos de Masa

LEYENDA

- Población**
- Un punto representa 500 habitantes
- Grado de Amenaza**
- Mayor
 - Menor
 - Sin amenaza
 - Sin información

Población Expuesta a Amenazas por Movimientos de Masa



Nota: El análisis se hace con el número de avitantes a nivel parroquial



Fuente: El Universo, 2012

Fuente: INEC 2010, IEE 2015

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

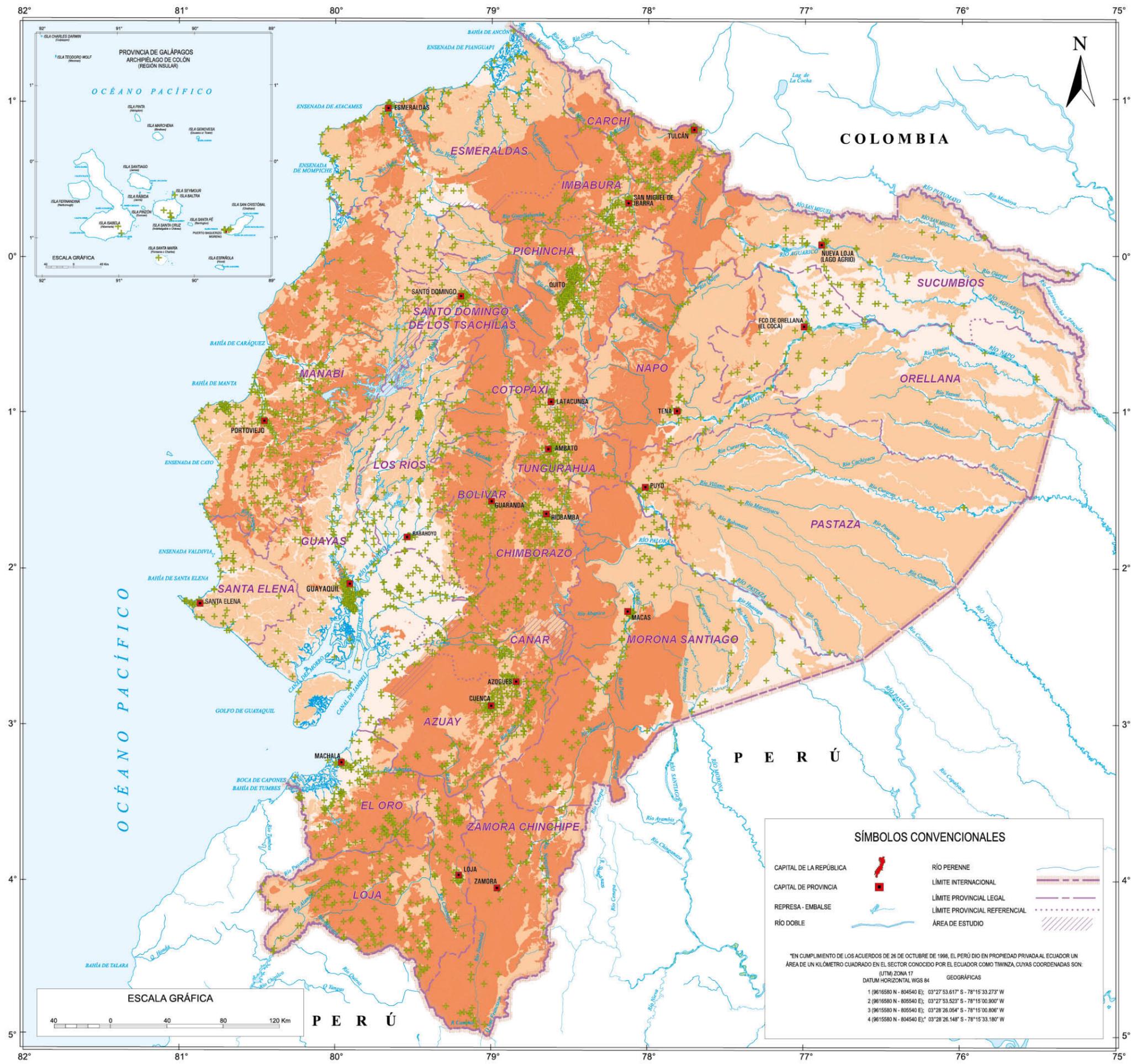
CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17 GEOGRÁFICAS

DATUM HORIZONTAL WGS 84

- 1 (9616580 N - 804540 E): 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
- 2 (9616580 N - 805540 E): 03°27'53.523" S - 78°15'00.800" W
- 3 (9615580 N - 805540 E): 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
- 4 (9615580 N - 804540 E): 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W



Mapa de Infraestructura Salud Expuesta a Amenazas por Movimientos de Masa

LEYENDA

- + Infraestructura de Salud

Grado de Amenaza

- Mayor
- Menor
- Sin amenaza
- Sin información

Infraestructura de Salud Expuesta a Amenazas por Movimientos de Masa



Fuente: Ministerio de Salud Pública 2016, IEE 2015

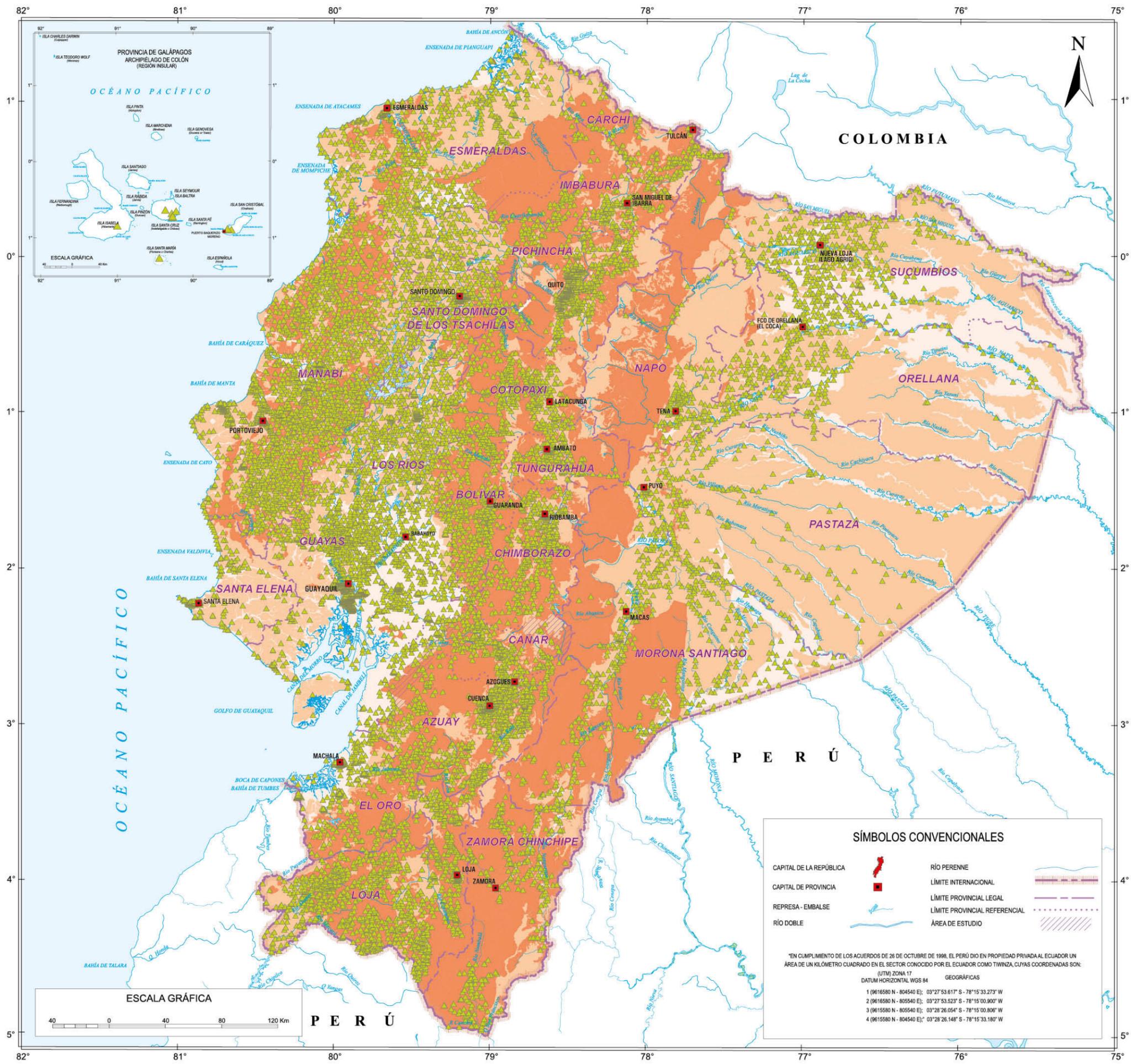
SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

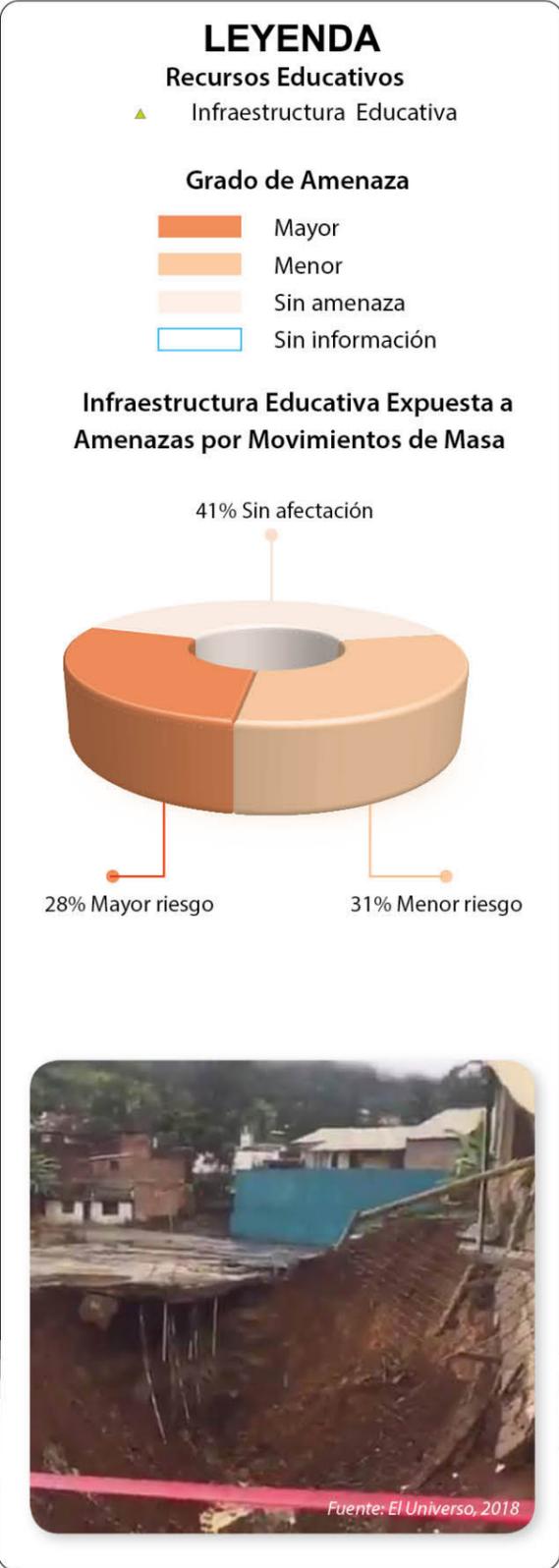
EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

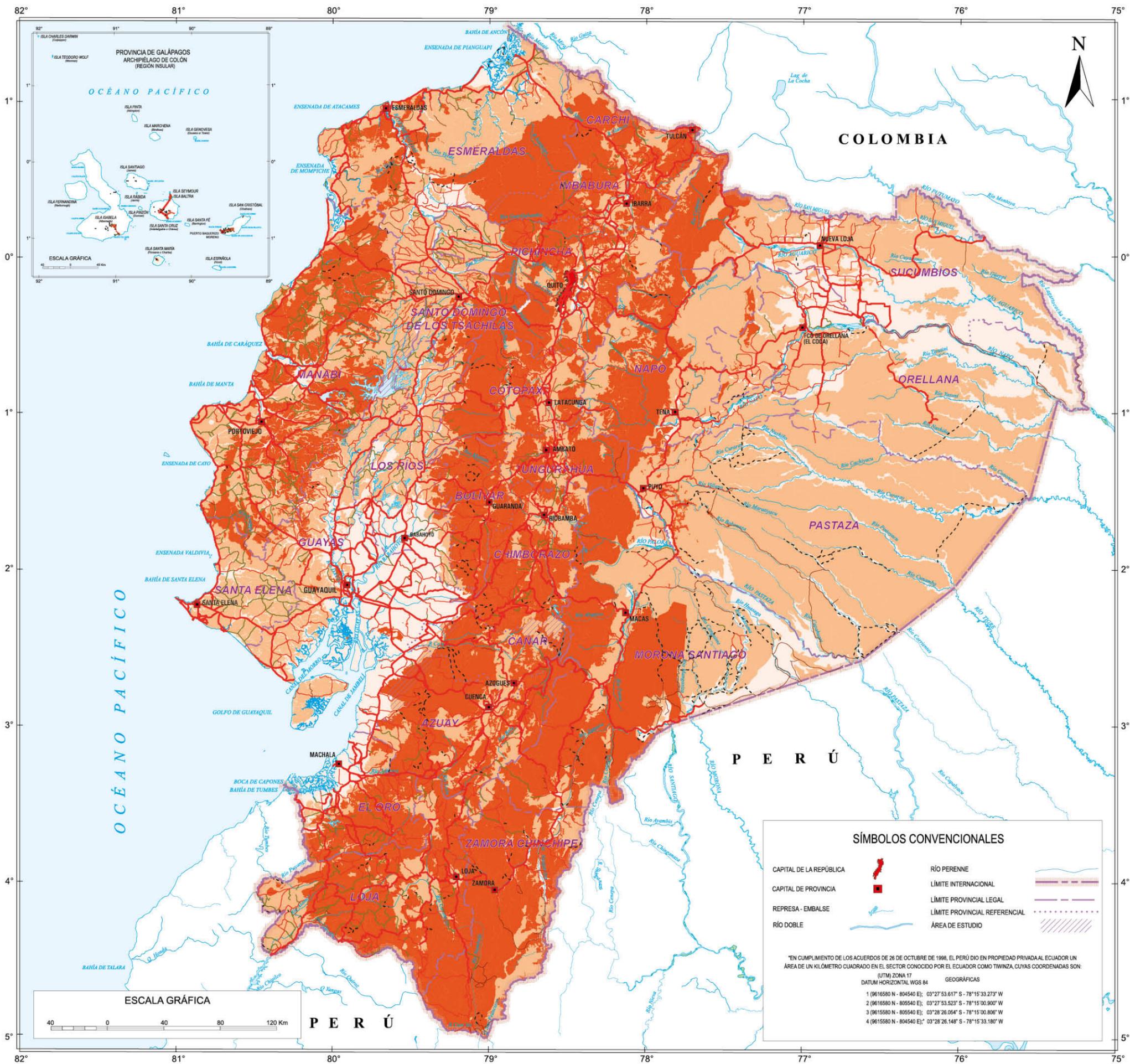
(UTM) ZONA 17
DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

- (9615580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
- (9615580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
- (9615580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
- (9615580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W



Mapa de Infraestructura Educativa Expuesta a Amenazas por Movimientos de Masa





Mapa de Infraestructura Vial Expuesta a Amenazas por Movimientos de Masa

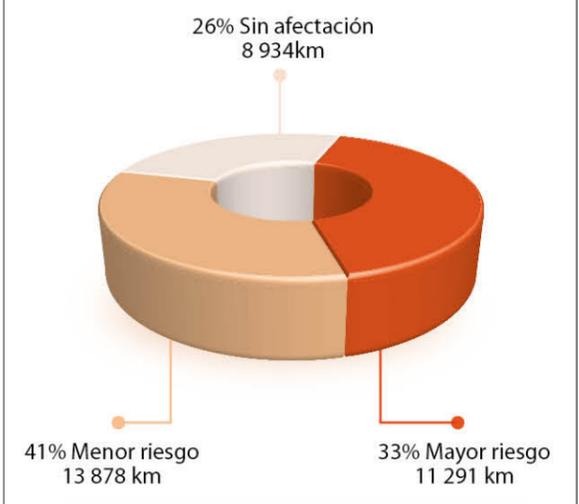
LEYENDA

- Mayor
- Menor
- Sin amenaza
- Sin información

Grado de Amenaza

- Rodera
- Sendero
- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada
- Carretera verano

Infraestructura Vial Expuesta a Amenazas por Movimientos de Masa



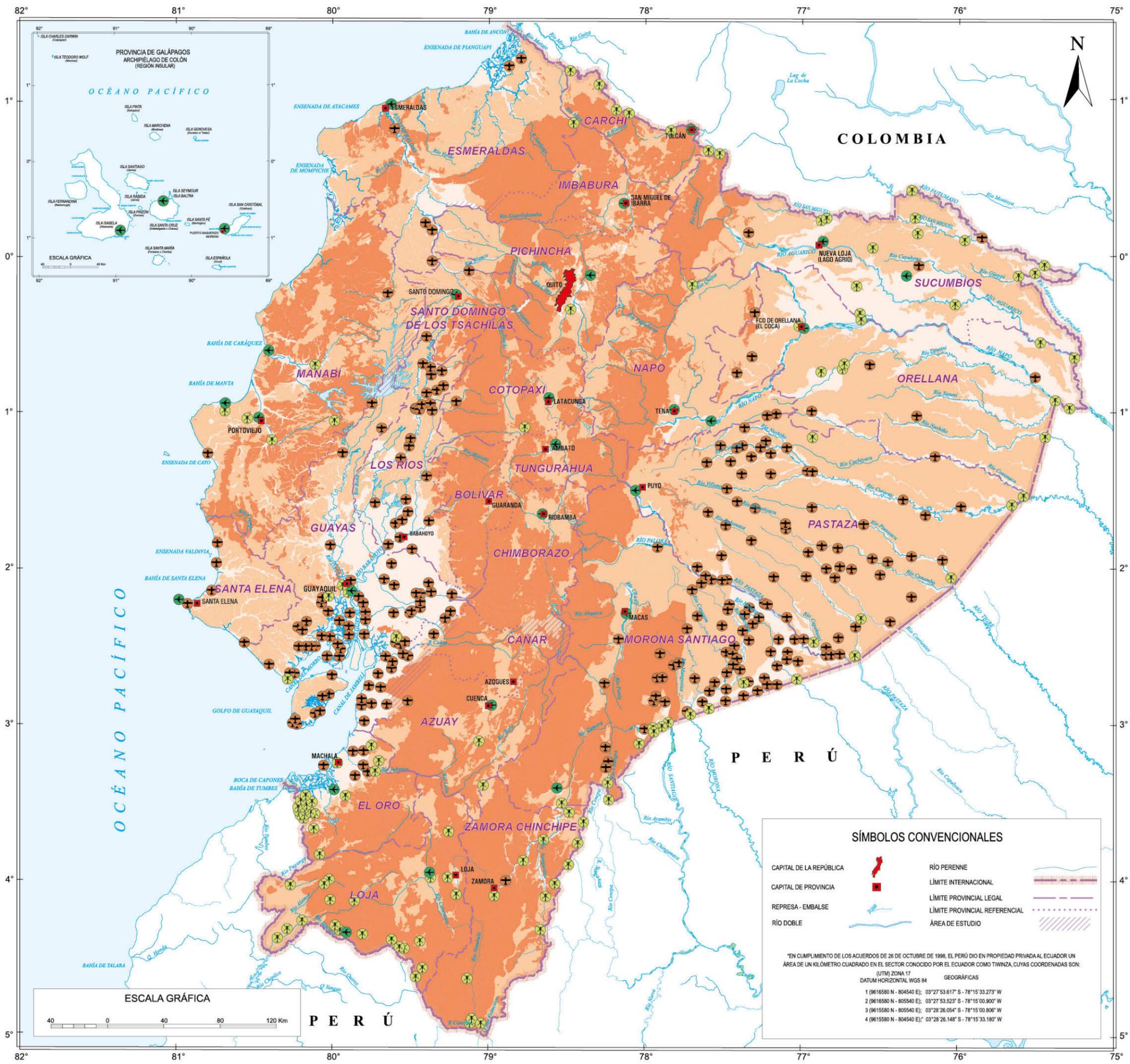
SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:
(UTM) ZONA 17
DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

1 (961580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
2 (961580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
3 (961580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
4 (961580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W

Fuente: IGM 2016, IEE 2015



Mapa de Infraestructura Aeronáutica Expuesta a Amenazas por Movimientos de Masa

LEYENDA

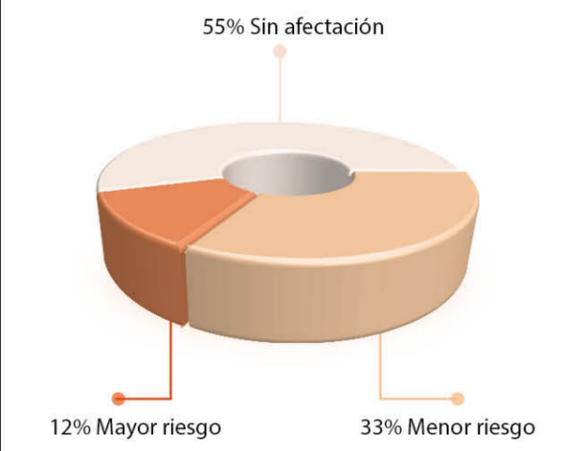
Infraestructura Aeronáutica

- Aeropuerto
- Heliuerto
- Pista

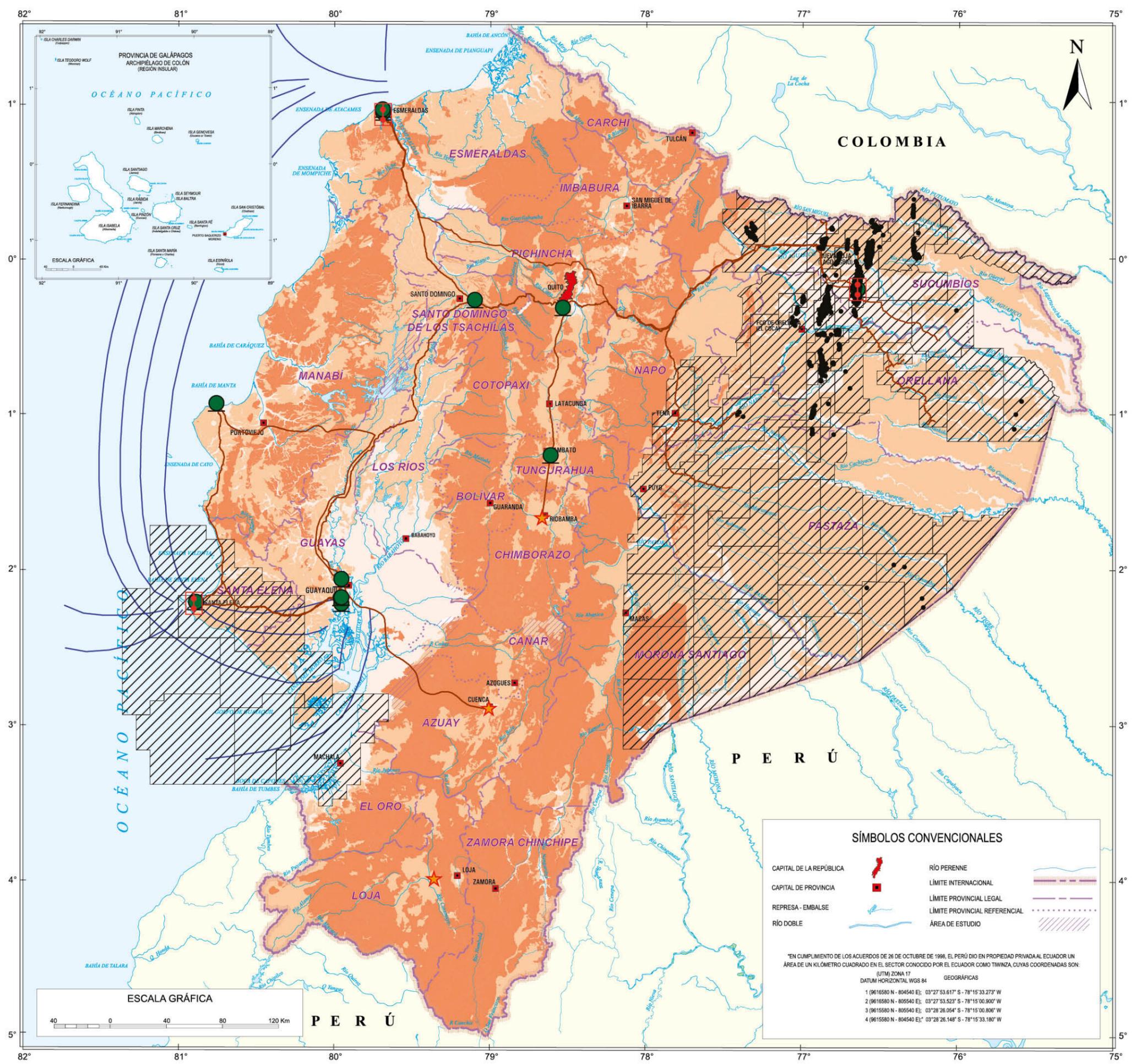
Grado de Amenaza

- Mayor
- Menor
- Sin amenaza
- Sin información

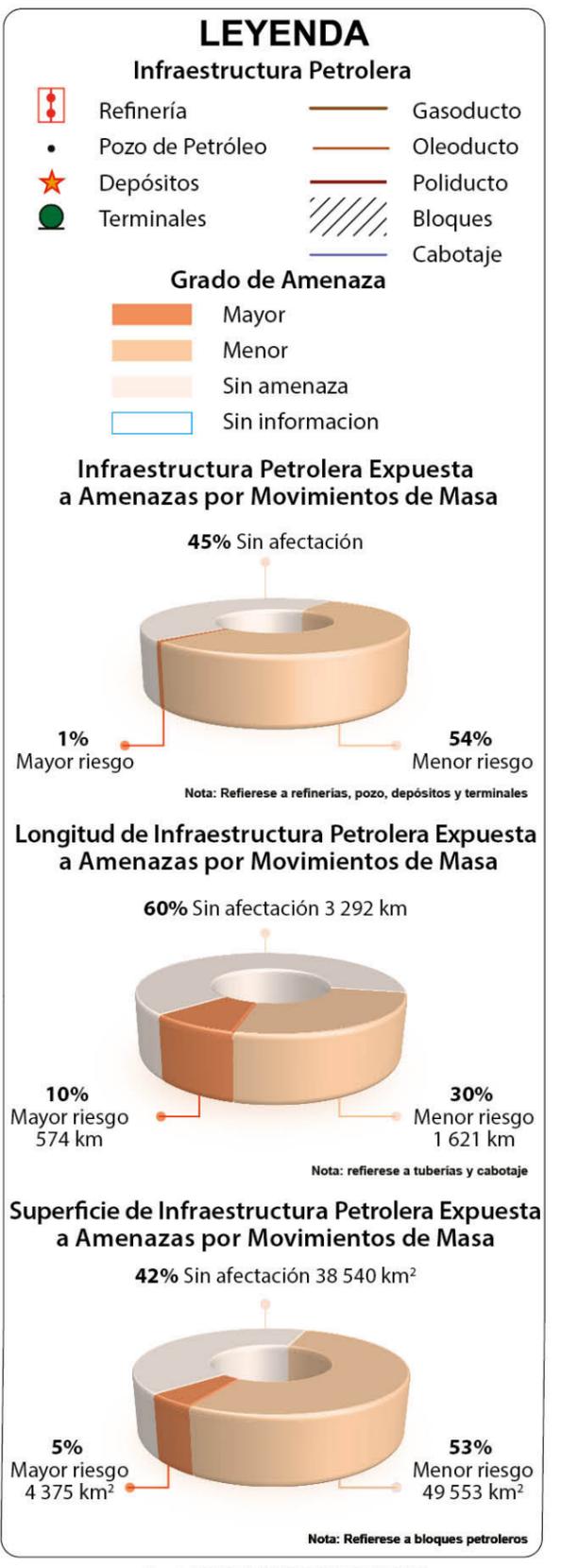
Infraestructura Aeronáutica Expuesta a Amenazas por Movimientos de Masa



Fuente: DAC 2012, IEE 2015



Mapa de Infraestructura Petrolera Expuesta a Amenazas por Movimientos de Masa



SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17

DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

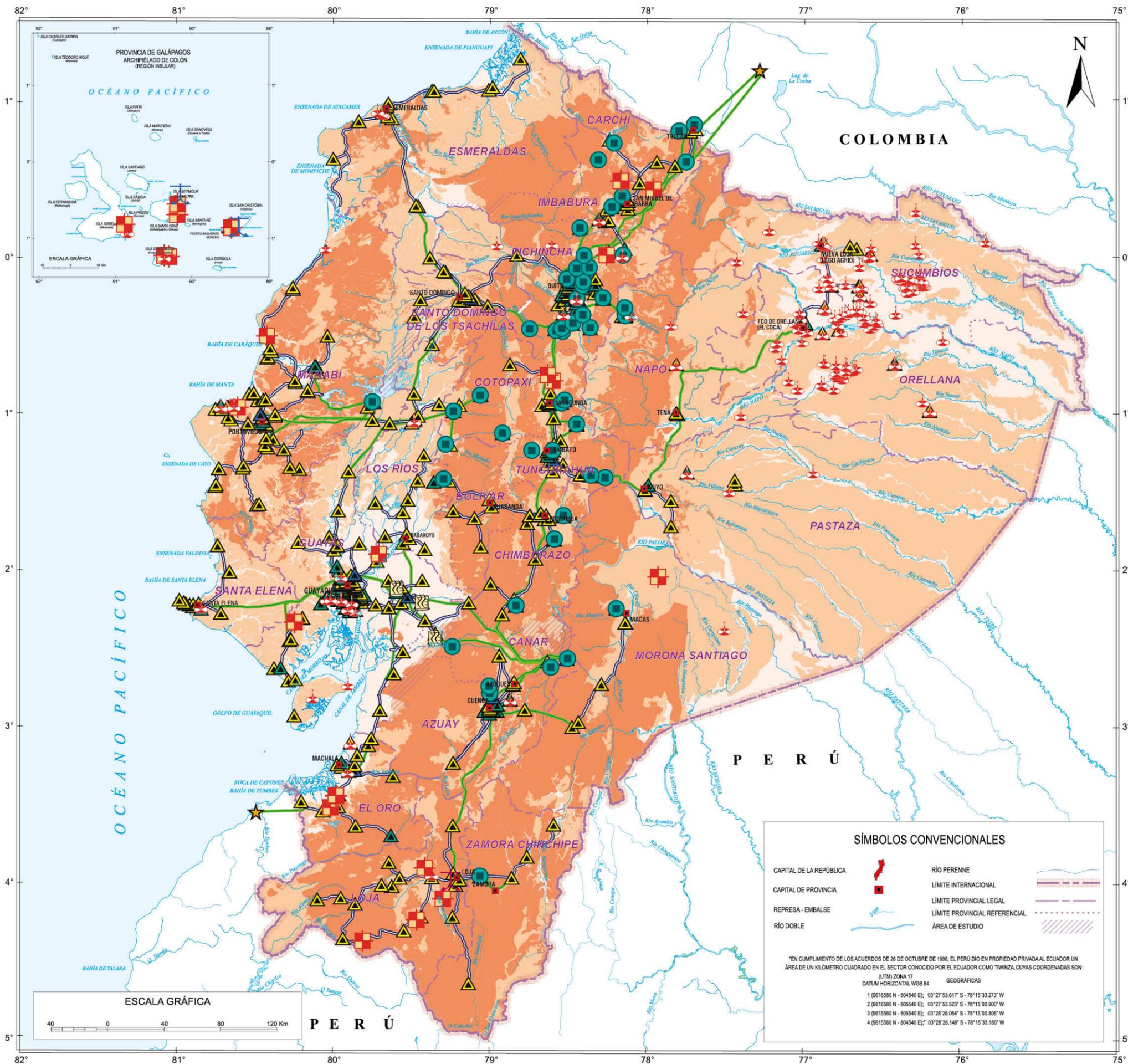
1 (9615580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W

2 (9615580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W

3 (9615580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W

4 (9615580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W





Mapa de Infraestructura Energética Expuesta a Amenazas por Movimientos de Masa

LEYENDA

Tipo de centrales eléctricas

- | | | | |
|--|------------|--|---------------|
| | Biomasa | | Interconexión |
| | Eólica | | Solar |
| | Hidráulica | | Térmica |

Subestaciones según potencial transmitido mw.

- | | | | |
|--|----------|--|-----------|
| | 0 - 17 | | 121 - 268 |
| | 18 - 53 | | 269 - 615 |
| | 54 - 120 | | |

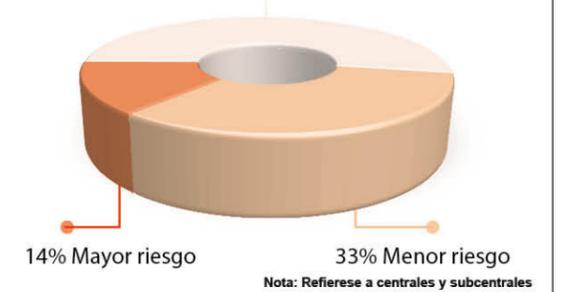
- | | |
|--|-----------------------------------|
| | Línea de subtransmisión eléctrica |
| | Línea de transmisión eléctrica |

Grado de Amenaza

- | | |
|--|-----------------|
| | Mayor |
| | Menor |
| | Sin amenaza |
| | Sin información |

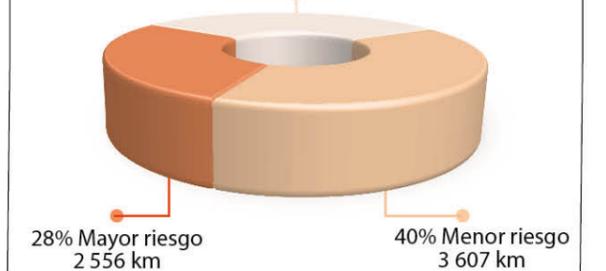
Infraestructura Energética Expuesta a Amenazas por Movimientos de Masa

53% Sin afectación

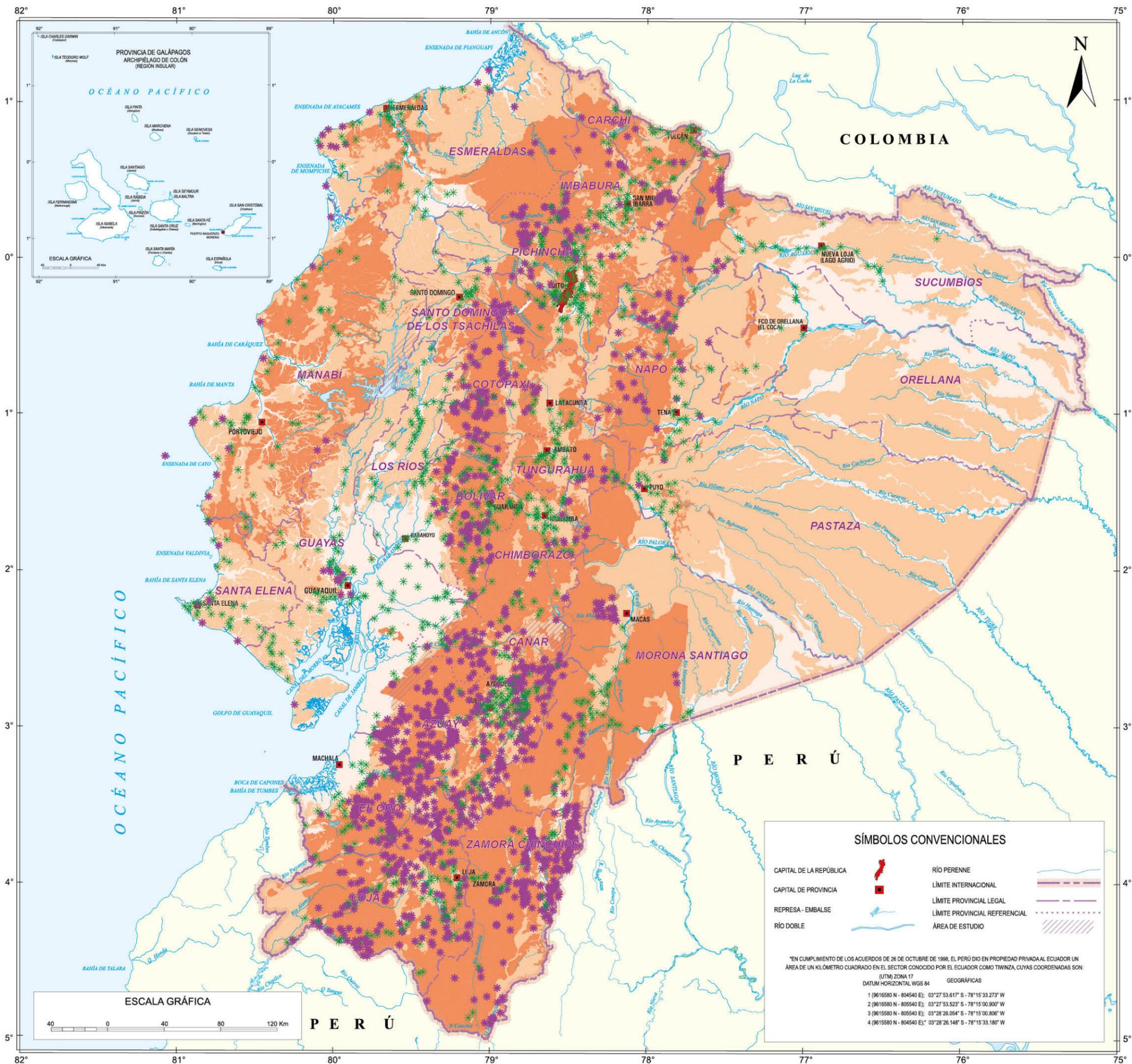


Longitud de Infraestructura Energética Expuesta a Amenazas por Movimientos de Masa

32% Sin afectación
2 740 km



Fuente: CONELEC 2014/2016, IEE 2015



Mapa de Recursos Mineros Expuestos a Amenazas por Movimientos de Masa

LEYENDA

- Recursos Mineros**
- Metálicos
 - No Metálicos
- Grado de Amenaza**
- Mayor
 - Menor
 - Sin amenaza
 - Sin información

Recursos Mineros Metálicos Expuestos a Amenazas por Movimientos de Masa



Recursos Mineros No Metálicos Expuestos a Amenazas por Movimientos de Masa



Fuente: IEE 2015, ARCOM 2016

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

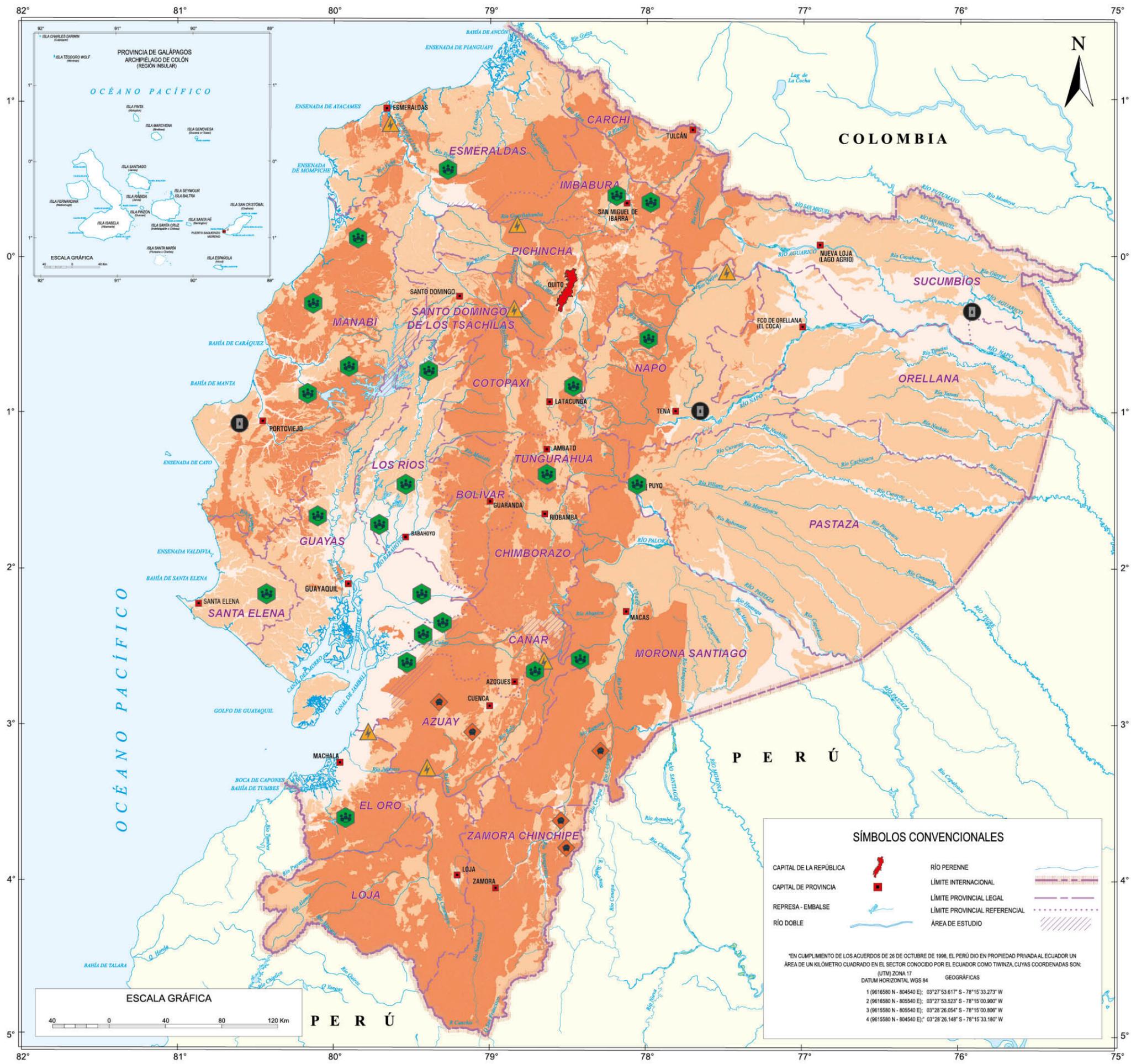
CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17

DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

1 (9615580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
 2 (9615580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
 3 (9615580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
 4 (9615580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W



Mapa de Megaproyectos Expuestos a Amenazas por Movimientos de Masa

LEYENDA

Megaproyectos

- Electricidad
- Hidrocarburo
- Minería
- Multipropósito

Grado de Amenaza

- Mayor
- Menor
- Sin amenaza
- Sin información

Infraestructura de Megaproyectos Expuestos a Amenazas por Movimientos de Masa

Grado de Amenaza	Porcentaje
Mayor riesgo	40%
Menor riesgo	38%
Sin afectación	22%

Fuente: Guilaquiza net, 2012

Fuente: SENPLADES 2016, IEE 2015

LOS FENÓMENOS GEOLÓGICOS – ENDÓGENOS

Se relacionan con la liberación de energía del interior de la Tierra y sus acciones se traducen en erupciones volcánicas, terremotos y tsunamis. En el país, entre los últimos eventos se pueden mencionar los sismos ocurridos en Pelileo (1949), Esmeraldas (1976), Reventador (1987), Pujilí (1996) Y Manabí (2016); así como también las erupciones de los volcanes Tungurahua, Guagua Pichincha, Reventador y la amenaza de una posible erupción del volcán Cotopaxi.

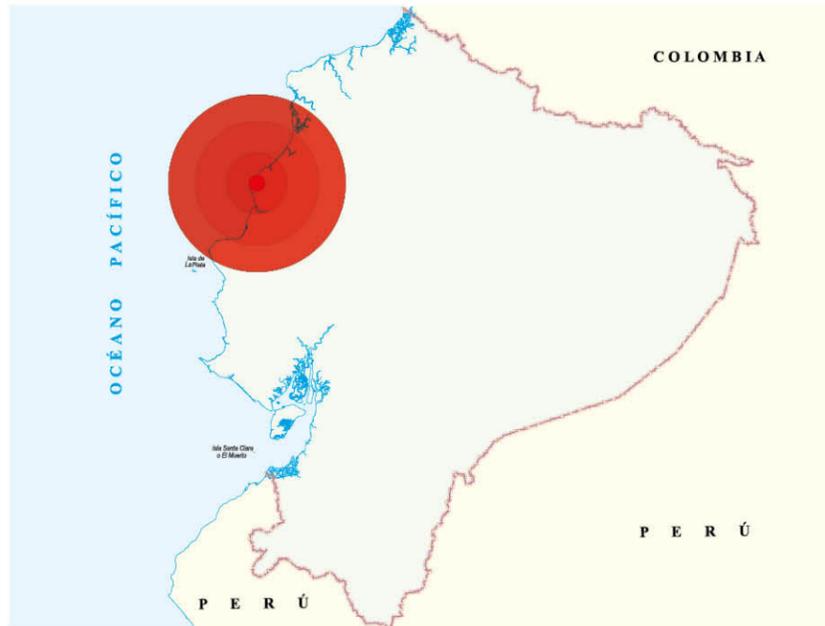




TERREMOTOS

¿Qué es un Terremoto?

Epicentro, terremoto Costa Norte, 2016



Un terremoto es un movimiento brusco de la corteza terrestre. Esta liberación repentina de energía se propaga en forma de ondas que provocan el movimiento del terreno, este movimiento puede originar un cambio en el paisaje de una región.

Estos movimientos se producen en la Litósfera que es la capa superficial de la Tierra, es una capa rígida compuesta por materiales susceptibles a fracturarse cuando se ejerce una fuerza sobre el, estas son conocidas como placas tectónicas las cuales se desplazan sobre un área visco – elástica llamada Astenósfera, los movimientos de estas placas se produce por movimientos convectivos en la capa intermedia de la Tierra o manto, se produce un ascenso de material caliente y descenso de material frío, esto provoca el movimiento de las placas en cuyos límites se producen fuerzas de fricción que mantienen atoradas dos placas adyacentes. Cuando se vence la fuerza de fricción, se produce la ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada, generándose así un terremoto.

Un terremoto puede detectarse ya que las ondas sísmicas provocan el movimiento del suelo por donde pasan, estos movimientos pueden ser registrados a través de equipos especializados denominados sismógrafos o acelerógrafos. Los terremotos tienen dos tipos de duración, la percibida por el ser humano y la duración instrumental, los instrumentos especializados (sismógrafos) al

ser muy sensibles les permite detectar el instante mismo del inicio del terremoto, en cambio el ser humano por lo general detecta la parte más intensa del movimiento provocado por un terremoto.

Al producirse un sismo de gran magnitud, las rocas que se encuentran cerca de la zona de ruptura están sujetas a un reacomodo, este hecho provoca que se genera una serie de sismos en esta zona conocidos como réplicas, las cuales son de menor magnitud y pueden ocurrir minutos, días y hasta años después del evento principal. El número de estas réplicas puede variar desde unos cuantos sismos hasta cientos de eventos.

Historia Sísmica

Los terremotos están presentes a nivel mundial y han provocado sustanciales pérdidas humanas y materiales, los países que están en la cuenca del Pacífico son los más vulnerables, y nuestro país no ha quedado al margen de esta realidad, según el listado de los 10 terremotos más fuertes registrados desde 1900, Ecuador se encuentra presente con un sismo ocurrido en 1906 con una magnitud de 8.8 que provocó un tsunami que afectó principalmente a la provincia de Esmeraldas y a otras de la costa.

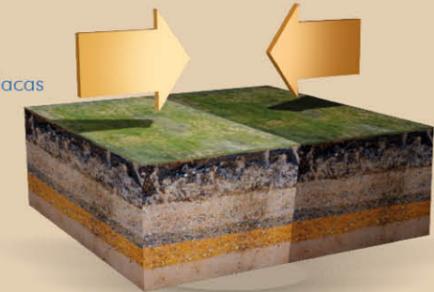
Tabla 9. Los 10 terremotos más fuertes desde el año de 1900 en el mundo

FECHA	LAT.	LG.	MAG.	PÉRDIDAS HUMANAS	REGIÓN
1960/05/22 19:11	-38,29	-73,05	9,5	1 655	Chile
1964/03/28 03:36	61,02	-147,65	9,2	125	Prince William Sound, Alaska
2004/12/26 00:58	3,29	95,98	9,1	227 898	Off the west coast of northern Sumatra
2011/03/11 05:46	38,32	142,36	9,0	28 050	Near the East Coast of Honshu, Japan
1952/11/04 16:58	52,76	160,06	9,0		Kamchatka, Russia
2010/02/27 06:34	-35,84	-72,71	8,8	577	Offshore Maule, Chile
1906/01/31 15:36	1,0	-81,5	8,8	1 000	Colombia-Ecuador
1965/02/04 05:01	51,21	-178,50	8,7		Rat Islands, Alaska
2005/03/28 16:09	2,07	97,01	8,6	1 313	Northern Sumatra, Indonesia
1957/03/09 14:22	51,56	-175,39	8,6		Andreanof Islands, Alaska

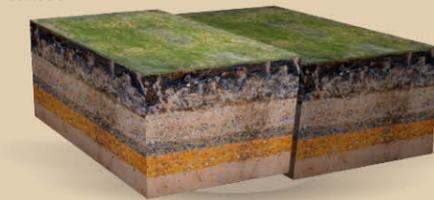
Fuente: http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/year/mag8/magnitude8_1900_mag.php

CAUSAS QUE PRODUCEN LOS TERREMOTOS

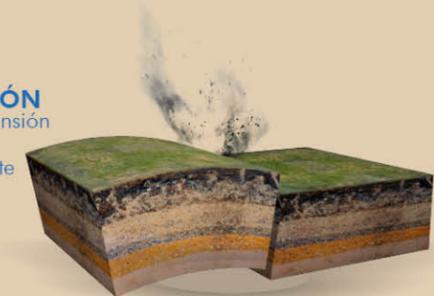
▶ **CHOQUE**
entre sí de las placas tectónicas.



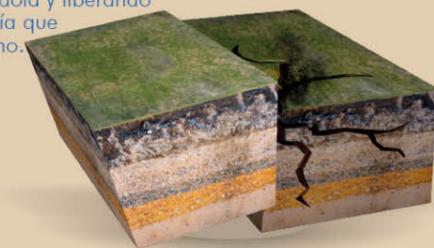
▶ **DESPLAZAMIENTO**
de las placas una sobre la otra, originando lentos cambios en la topografía.



▶ **ACUMULACIÓN**
de energía de tensión o presión que imprevisiblemente se libera por las dificultades del desplazamiento.



▶ **MOVIMIENTO**
brusco de una de las placas contra la otra, rompiéndola y liberando una basta energía que provoca el terreno.





EN CASO DE UN TERREMOTO | ¿QUÉ HACER?

ANTES



Tenga siempre un botiquín de primeros auxilios, linternas, radio y baterías. Mantenga suministros de agua y comida.



Revisa las instalaciones de gas y luz.

DURANTE



Mantenga la calma. No corra. Aléjese de las ventanas de vidrio. Coloque al lado de columnas o en esquinas de la casa. Proteja su cabeza.



Corta el suministro de gas y electricidad.

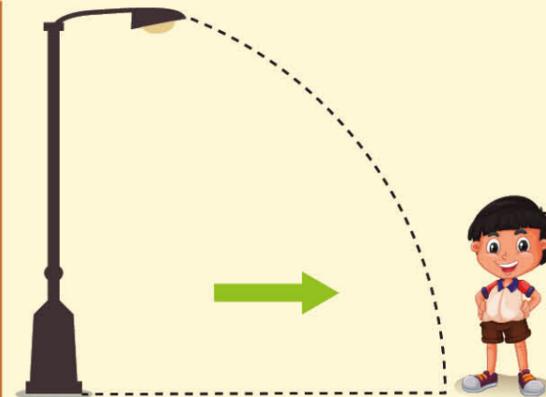
DESPUÉS



Si hay heridos, pida auxilio a los cuerpos de socorro.



Encienda la radio para escuchar las recomendaciones de las autoridades.



Manténgase lejos de postes, cables eléctricos o árboles.

Históricamente, en el país se han producido una cantidad muy representativa de sismos, de diferente magnitud, cuyos focos de emisión se ubicaron en todo el territorio nacional como lo muestra el mapa. En los últimos años se pueden mencionar, entre los más importantes a los siguientes:



Iglesia destruida, terremoto Pelileo 1949
Fuente: Ambato Ayer y Hoy, 2014



Puente destruido, terremoto Costa Norte, 2016
Fuente: Reuters Media Express

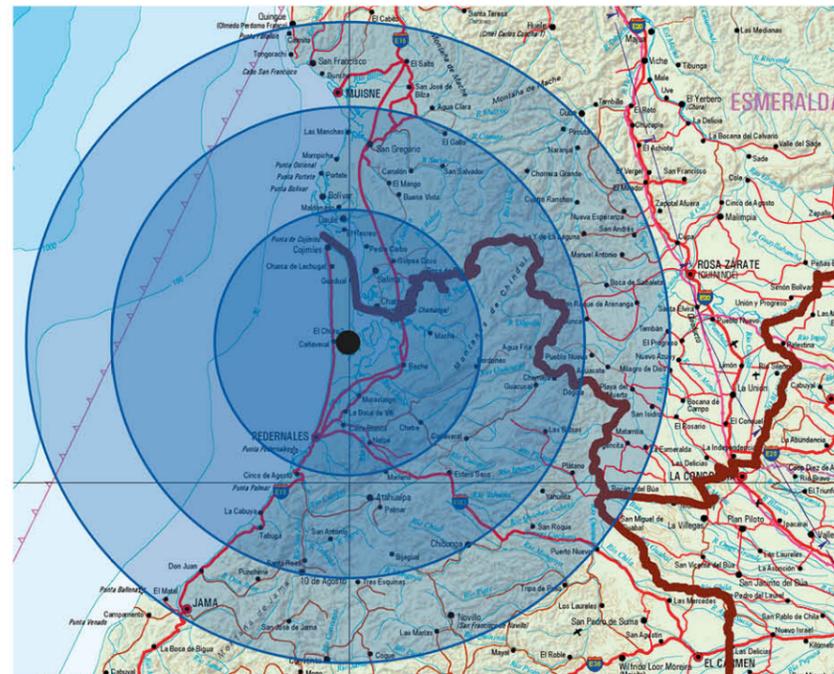


Tabla 10. Registro histórico de los principales terremotos en el Ecuador

FECHA	LUGAR AFECTADO	INT. MERCALLI	CONSECUENCIAS SOBRE LAS COMUNIDADES Y SUS ASENTAMIENTOS
1587	Quito - Cayambe	VIII	Gran destrucción de San Antonio de Pichincha -más de 160 muertos y muchos heridos.
1640	Cacha	X	Desaparición del pueblo de Cacha, cerca de Riobamba -5 000 muertos aprox.
1645	Quito-Riobamba	IX	Muchos estragos en toda la comarca, deterioro notable de edificios, muchos fallecidos.
1687	Ambato - Pelileo -Latacunga	VIII	Destrucción de Ambato, Latacunga y pueblos de la comarca - aprox. 7 200 muertos
1698	Riobamba -Ambato -Latacunga	X	Gran destrucción de casas e iglesias - aprox. 7 000 muertos.
1703	Latacunga	VIII	Estragos notables pero menores a los del terremoto del año 1698.
1736	Provincia Cotopaxi	VIII	Daños graves a casas e iglesias, muchas haciendas afectadas.
1755	Quito	VIII	Destrucción de un sinnúmero de edificios, los moradores evacuaron la ciudad.
1757	Latacunga	IX	destrucciones materiales considerables, aprox. 4 000 personas fallecieron
1797	Riobamba	XI	Destrucción total de la ciudad, que fue trasladada a otro sitio después, entre 13 000 y 31 000 muertos, epidemias, impacto socio-económico elevado.
1840	Pataate y Pelileo	VIII	Algunos estragos materiales.
1856	Cuenca - Riobamba -Alausí	VIII	Daños a iglesias, destrucción de varios caminos, trapiches -algunos muertos.
1859	Quito -Valle de Los Chillos	VIII	Graves daños materiales, serios estragos en poblaciones y haciendas del valle de Los Chillos, un centenar de víctimas aprox.
1868	Otavalo -Atuntaqui -Ibarra	IX	Grandes averías en casas e iglesias, decenas de muertos.
1896	Bahía de Caráquez, Portoviejo	IX	Destrucción parcial de edificios y viviendas, un muerto y varios heridos.
1914	Pichincha	VIII	Destrucción de casas.
1923	Carchi	VIII	Cayeron muchas casas, daños a los caminos - 3 000 víctimas - 20 000 personas sin techo.
1942	Guayaquil - Portoviejo	IX	Pérdidas cuantiosas, cuarteamientos serios en paredes y cubiertas - 200 muertos - centenares de heridos.
1944	Pastocalle - Saquisilí	VIII	Destrucción parcial de edificios y viviendas.
1949	Ambato y Pelileo	X	Ciudad integralmente destruida - 6 000 muertos y miles de heridos, 100 000 personas sin hogar, consecuencias socioeconómicas grandes y de larga duración.
1970	Frontera sur (Perú)	IX	Destrucción casi total de algunas cabeceras cantonales, impacto socioeconómico considerable - 40 muertos, aprox. 1 000 muertos entre Ecuador y Perú.
1987	Oriente - Pichincha -Imbabura	IX	3 500 muertos, reducción en un 60 % de los ingresos por exportación (se dañó el oleoducto trans-ecuadoriano), cierre de vías por deslizamientos, aislamiento de pueblos.
1998	Bahía de Caráquez	VIII	3 muertos - 40 heridos -750 personas sin hogar - 150 casas destruidas - 250 dañadas.

Fuente: (Demoraes & D'Ercole, 2001) (Rivadeneira et al., 2007)

Epicentro terremoto 16 de Abril de 2016



El último terremoto de importancia en el país se produjo el 16 de abril de 2016 a las 18:58 ocurrió en las costas del Ecuador con una magnitud 7,8 Mw. Este terremoto fue sentido en 23 provincias del Ecuador así como en la parte sur de Colombia y norte de Perú. Las localidades más afectadas fueron las más cercanas a su epicentro, localizado frente a las costas de Pedernales, provincia de Manabí. El sismo se caracterizó por tener un mecanismo de falla inverso, que concuerda adecuadamente con la zona de contacto entre las placas Nazca (Océánica) y Sudamericana (Continental).

Los días y meses posteriores al sismo se caracterizaron por la frecuente ocurrencia de réplicas que cubrieron una amplia zona de ruptura frente a las costas de Manabí y Esmeraldas. La ubicación de las réplicas, que se han registrado, está en relación a la magnitud del sismo principal de 7,8. Como es muy común en casos de sismos grandes, la tasa de generación de réplicas disminuye con el paso de tiempo, esto significa que la amenaza asociada con ellas también disminuye paulatinamente. A manera de conclusión éste fue un sismo importante, no solo por los daños en infraestructura y pérdida de vidas humanas provocados, sino, porque constituye el sismo más grande desde 1987 en el país, con una magnitud similar a la del sismo de 1942.

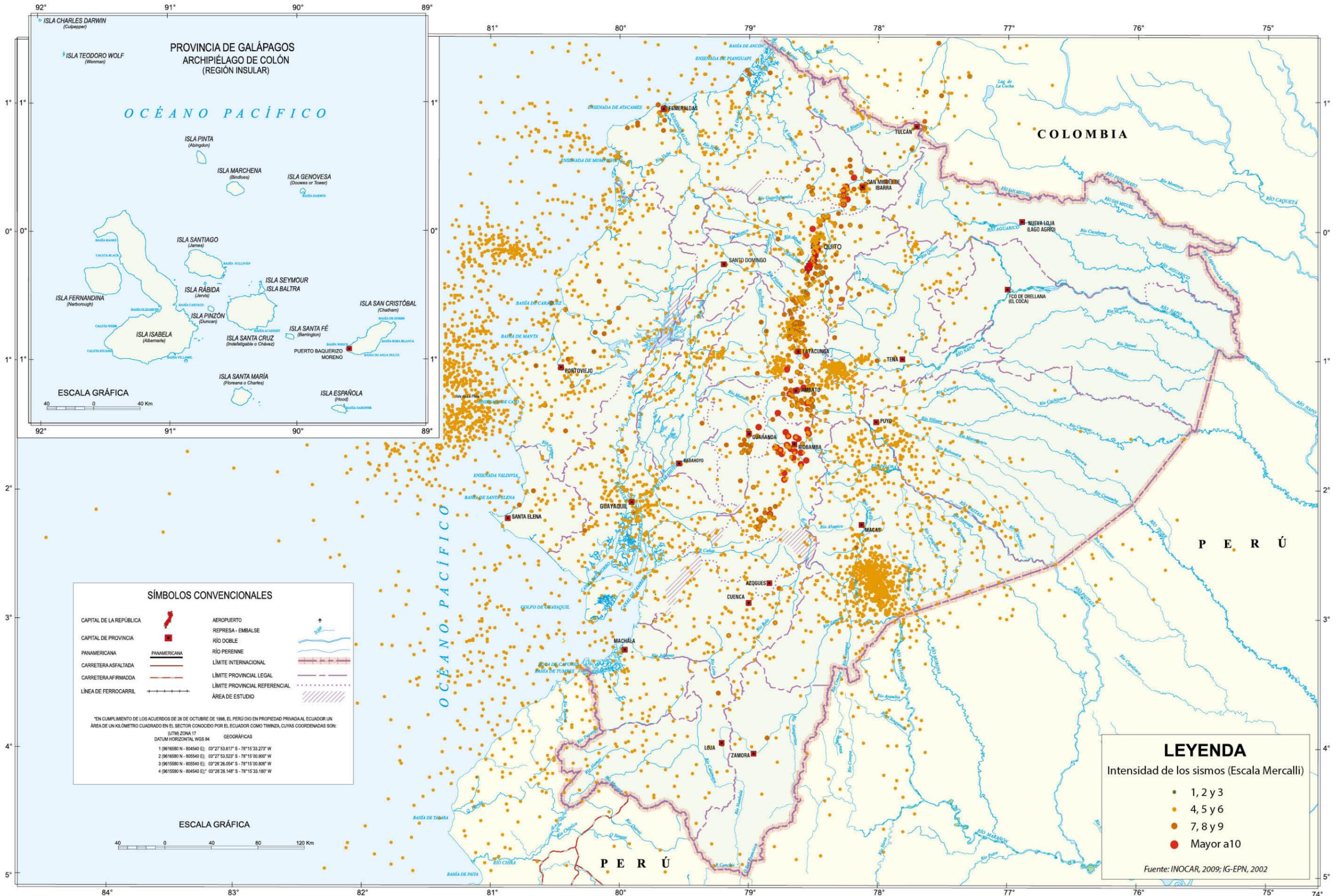
Problemática

El Ecuador por su configuración física y su localización en una zona de gran actividad sísmica acompañada de un sistema de fallas geológicas importante, históricamente ha sufrido una serie de eventos telúricos que han provocado enormes pérdidas económicas y humanas, esto implica que la población ecuatoriana esté expuesta constantemente a una serie de afectaciones producto de este tipo de amenazas naturales. Una comparación histórica de los eventos naturales producidos en el país, permite apreciar de manera directa que los terremotos son los que han provocado las mayores afectaciones a la infraestructura física así como el mayor número de pérdidas humanas, de esto se deduce que este tipo de amenaza es la que requiere una mayor preparación y medidas de mitigación y contingencia por parte de la población y de los organismos estatales encargados de esta temática.

El registro históricos de los eventos sísmicos permite identificar que la zona central de la Sierra (Ambato, Riobamba), la Sierra norte y las zonas costeras de las provincias de Esmeraldas y Manabí son las zonas que sufrieron desde los últimos 4 siglos



Mapa de Distribución Histórica de los Sismos 1541-2006





las mayores pérdidas por terremotos en el Ecuador (Demoraes & D'Ercole, 2001).

Las ciudades de Quito y Guayaquil que albergan cerca del 30% de la población total nacional, históricamente han sido afectadas por varios sismos, Quito desde 1587 ha sido afectada por alrededor de 5 sismos de importante intensidad que afectaron de manera significativa a los habitantes y a la infraestructura, la ciudad de Guayaquil ha sido afectada de manera indirecta por sismos cuyos epicentros se han localizado en provincias vecinas como los ocurridos en 1942 y el más reciente en el 2016.

El país cuenta con una zonificación sísmica especializada en el mapa de zonas sísmicas para propósito de diseño, esta información sirve de referencia para las normas sobre las

edificaciones en el país por lo que se encuentra en el Código Ecuatoriano de Construcción. Esa zonificación ha sido realizada en base a la aceleración máxima efectiva en roca esperada para el sismo de diseño. La aceleración está expresada como fracción de la aceleración de la gravedad. Este factor varía de 0,15 (zona I de menor peligro) a 0,40 (zona IV de mayor peligro).

Las ciudades más pobladas Quito y Guayaquil se localizan en la zona de mayor peligro, lo que evidencia la susceptibilidad de estas dos localidades a ser afectadas por un sismo, esto implicaría enormes afectaciones al país en los aspectos sociales y económicos, es evidente además que la zona costera del país presenta el grado más alto de peligro por sismicidad, en esta zona se localizan importantes ciudades como Manta, Esmeraldas, Salinas, Portoviejo entre otras que están expuestas

a este tipo de eventos naturales. La región Amazónica es el área que registra una menor amenaza ante un posible evento sísmico.

Cartografía de Amenazas Sísmicas

Uno de los insumos más importantes para la gestión del riesgo es la información que permitan establecer prioridades geográficas para sus intervenciones, aquí las cobran valor toda aquella cartografía especializada que permita la toma de decisiones e implementar tareas de prevención y mitigación, sin embargo es conveniente analizar que toda esta información contenga un sesgo específico que hace referencia a la fuente de los datos, el año de actualización y sobre todo las metodologías empleadas para su elaboración entre otros.

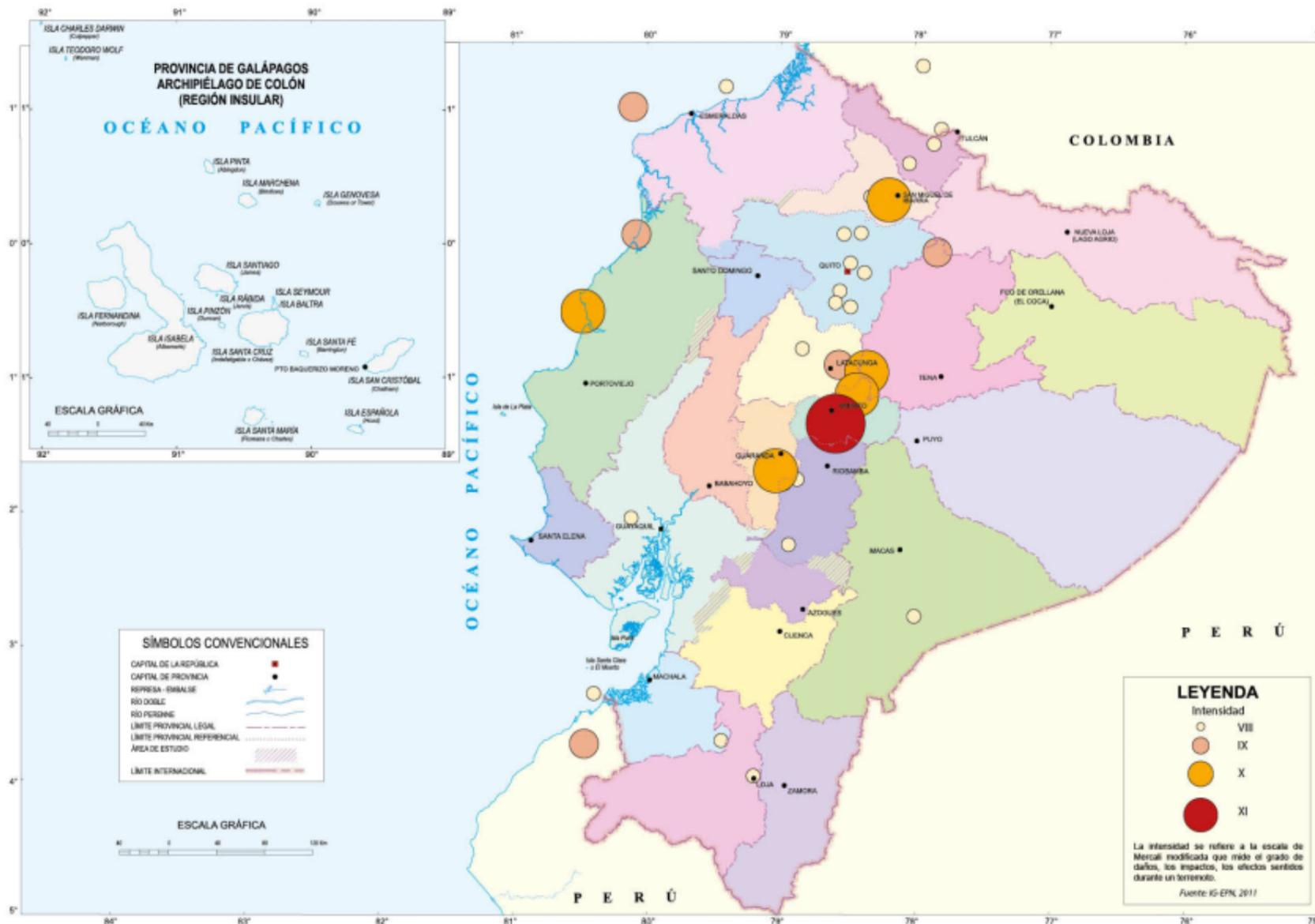
En el caso específico de la temática de sismo se cuenta con el Mapa de Zonas Sísmicas para propósitos de diseño año 2011, considerado como información oficial y sobre el cual se realizó un sin número de aplicaciones y análisis, muestra una zonificación basada en el grado de susceptibilidad del territorio nacional ante posibles eventos sísmicos, esta clasificación parte del supuesto que la aceleración de un cuerpo mide los cambios de su velocidad en el tiempo, es así que durante un terremoto, el suelo se mueve de manera variable debido a que las ondas sísmicas llegan en diferentes velocidades; por esta razón, el tamaño de un terremoto también se expresa en términos de la aceleración del suelo.

Dentro de este contexto, la peligrosidad sísmica puede definirse como la probabilidad de ocurrencia de eventos relacionados con la propagación de la energía a través de las ondas sísmicas. Su cuantificación está en función de la aceleración máxima del suelo expresada en valores de la gravedad y está relacionada con la fuerza destructora de un terremoto en un sitio determinado. Entre mayor es este valor, mayor es el daño probable que puede causar un sismo, generando sobre el territorio zonas diferenciadas respectivamente de mayor o menor peligrosidad.

Una de las aplicaciones más importantes de este tipo de información es en el área de la construcción, ya que en términos del diseño de edificaciones antisísmicas se requiere conocer como información inicial, el valor esperado de la aceleración máxima del suelo en la zona en donde se va a ejecutar un proyecto habitacional, es necesario considerar que estos mapas pueden variar en el tiempo en función de nueva información de aceleraciones que se pueda ir integrando.

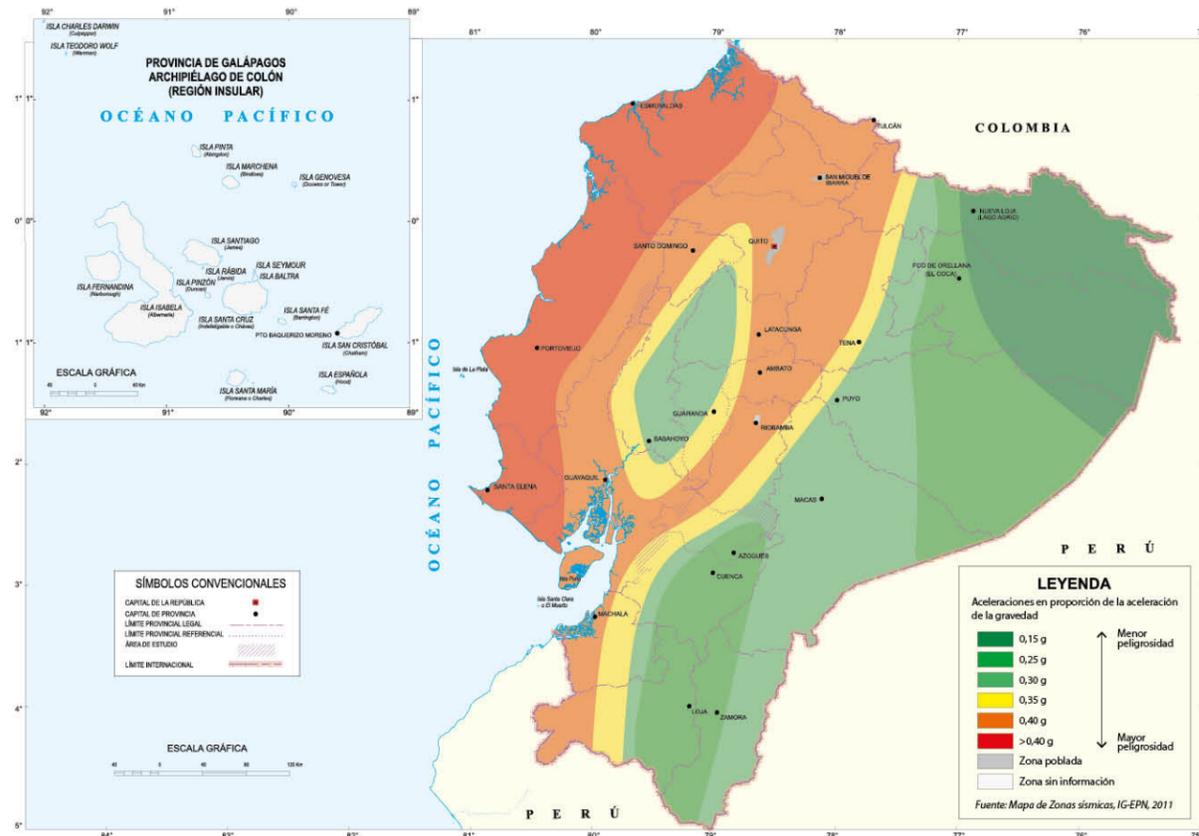
A partir del mapa de zonificación sísmica se puede identificar el grado de amenaza a nivel parroquial en el país, de este análisis se puede inferir que en el nivel 3 es decir un grado de amenaza alto encontramos 363 parroquias que corresponde al 35% del

Mapa de Terremotos con Intensidades Superiores a VIII en el Ecuador 1541-1998

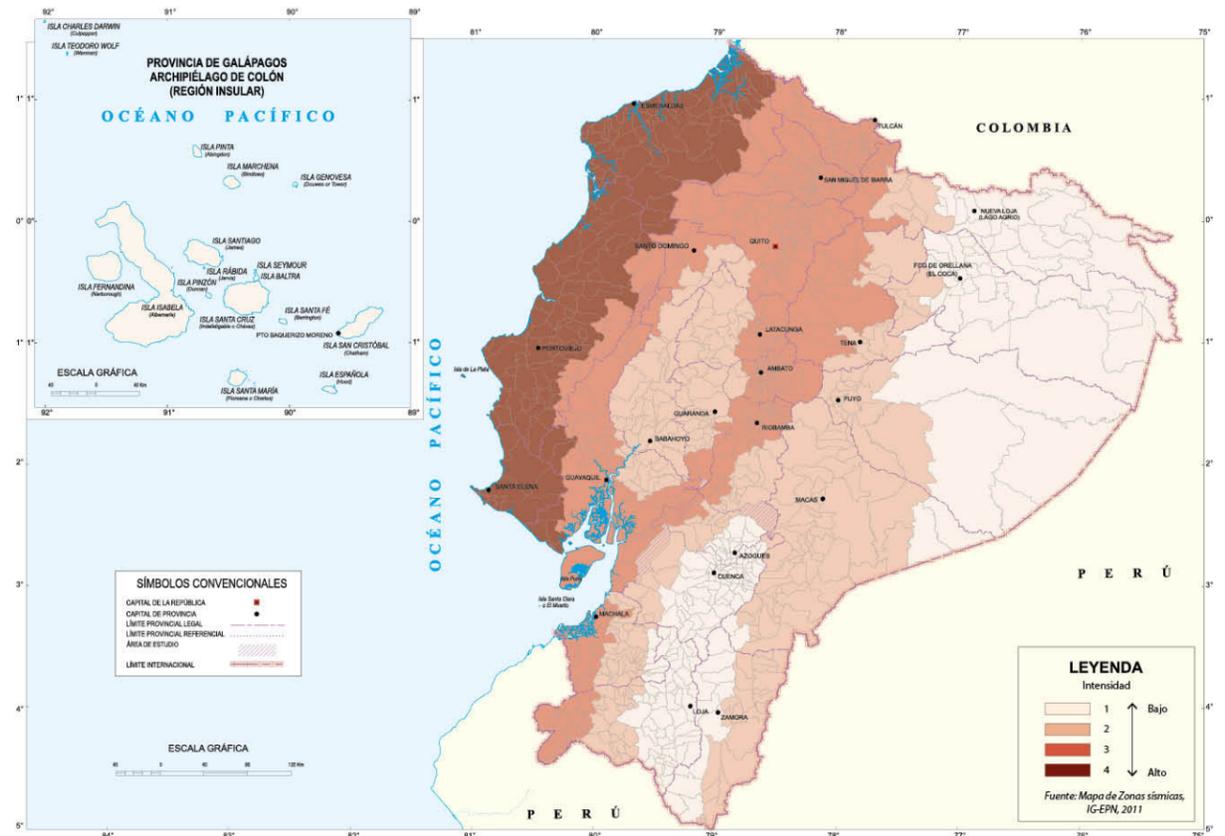




Mapa de Peligrosidad Sísmica para Propósito de Diseño de Construcciones



Mapa de Nivel de Peligrosidad Sísmica Según Parroquia

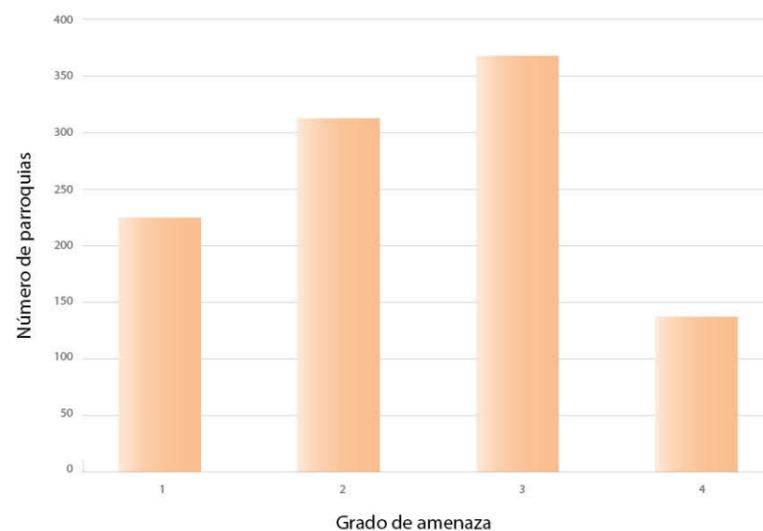


total parroquial, le siguen las parroquias localizadas en un nivel medio de amenaza (2) con un registro de 305 parroquias que representa el 30%, 216 se ubican en el nivel 1 es decir baja amenaza y en la zona de muy alta amenaza (4) tenemos a 143 parroquias es decir un 14% a nivel nacional (Gráfico 5).

En los siguientes mapas se presenta un análisis de las posibles afectaciones de infraestructura vial, energética, salud y educación con respecto a la zonas de intensidad sísmica, se registran únicamente dos categorías áreas de mayor y menor peligro sísmico, mediante la respetiva superposición de capas

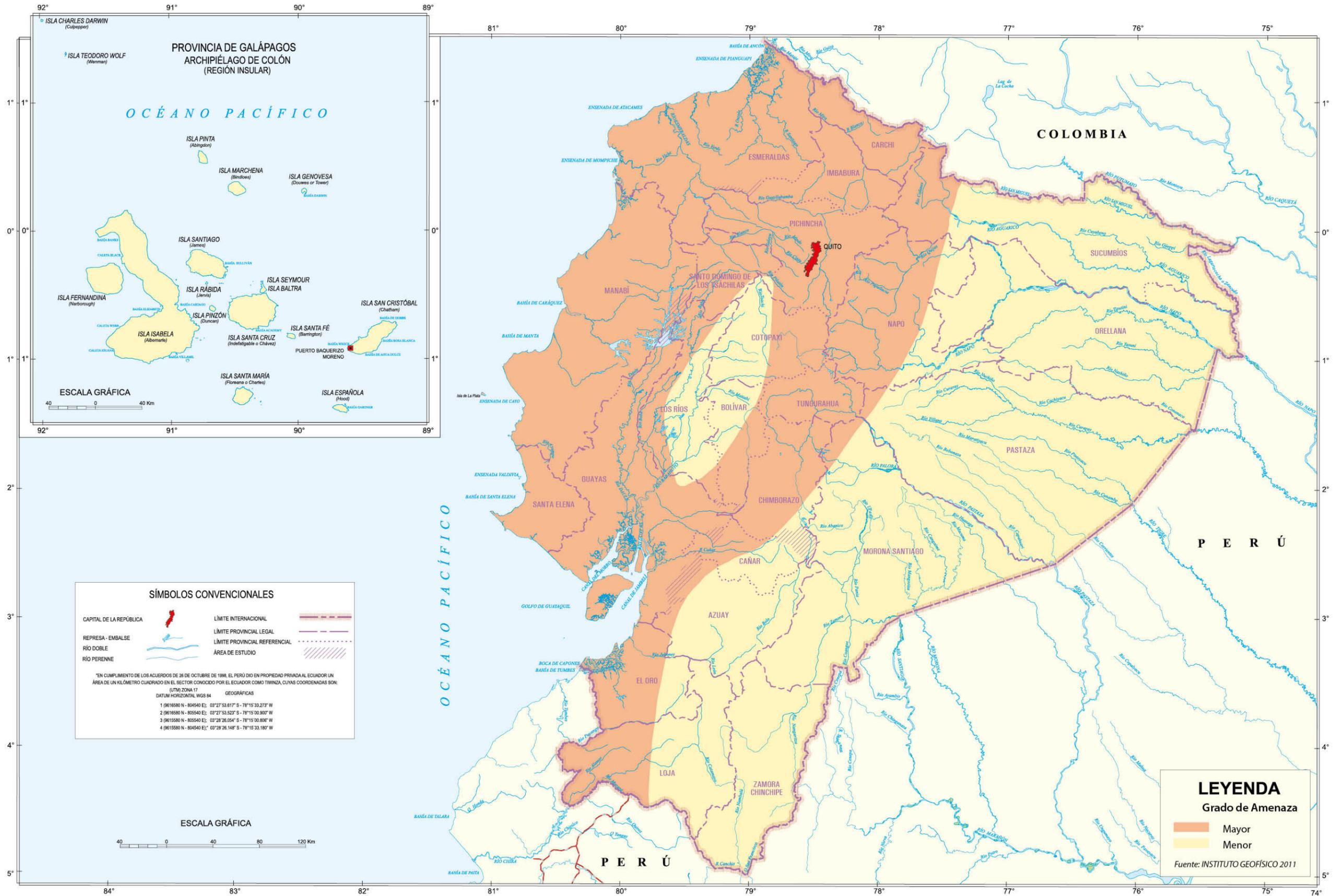
temáticas se ha identificado la infraestructura que se localiza en las áreas de peligro antes mencionadas.

Gráfico 5. Número de parroquias según grado de amenaza sísmica



Fuente: Terremotos en el ECUADOR | Revista La Otra - www.laotra.com.ec/terremotos-en-el-ecuador/

Mapa de Sismicidad del Ecuador.

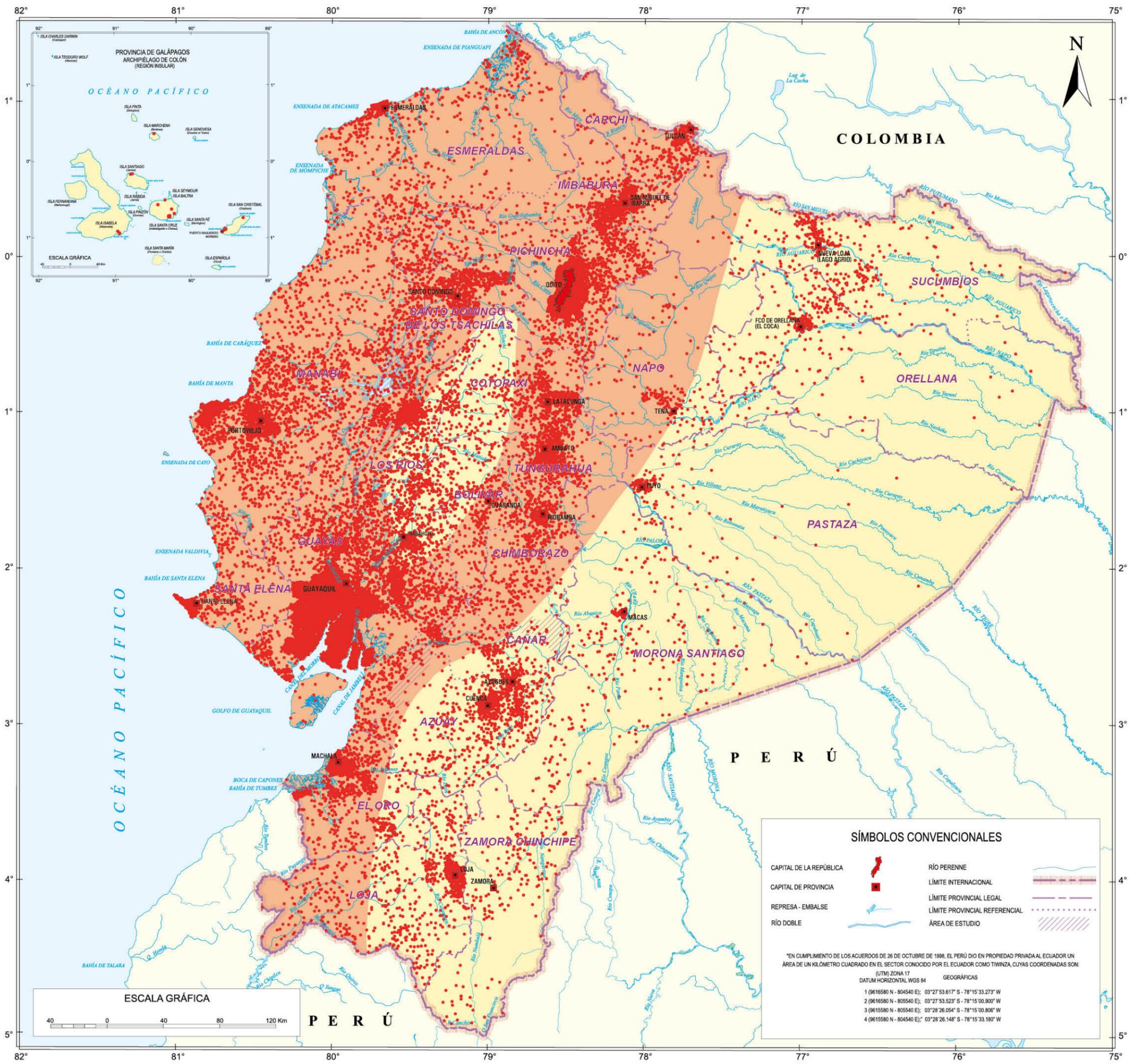


SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA	LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE	LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE	LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
RÍO PERENNE	ÁREA DE ESTUDIO	

*EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

UTM ZONA 17	GEOGRÁFICAS
DATUM HORIZONTAL WGS 84	
1 (961600 N - 804540 E): 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W	
2 (961600 N - 805540 E): 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W	
3 (961550 N - 805540 E): 03°28'26.054" S - 78°15'00.800" W	
4 (961550 N - 804540 E): 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W	



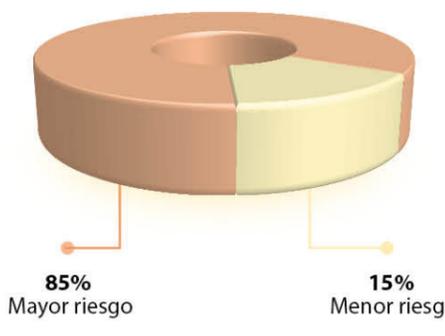
Mapa de Población Expuesta a Amenazas por Sismicidad

LEYENDA

Población
 ● Un punto representa
 500 habitantes

Grado de Amenaza
 ■ Mayor
 ■ Menor

**Población Expuesta
a Amenazas por Sismicidad**



Nota: El análisis se hace con el número de habitantes a nivel parroquial

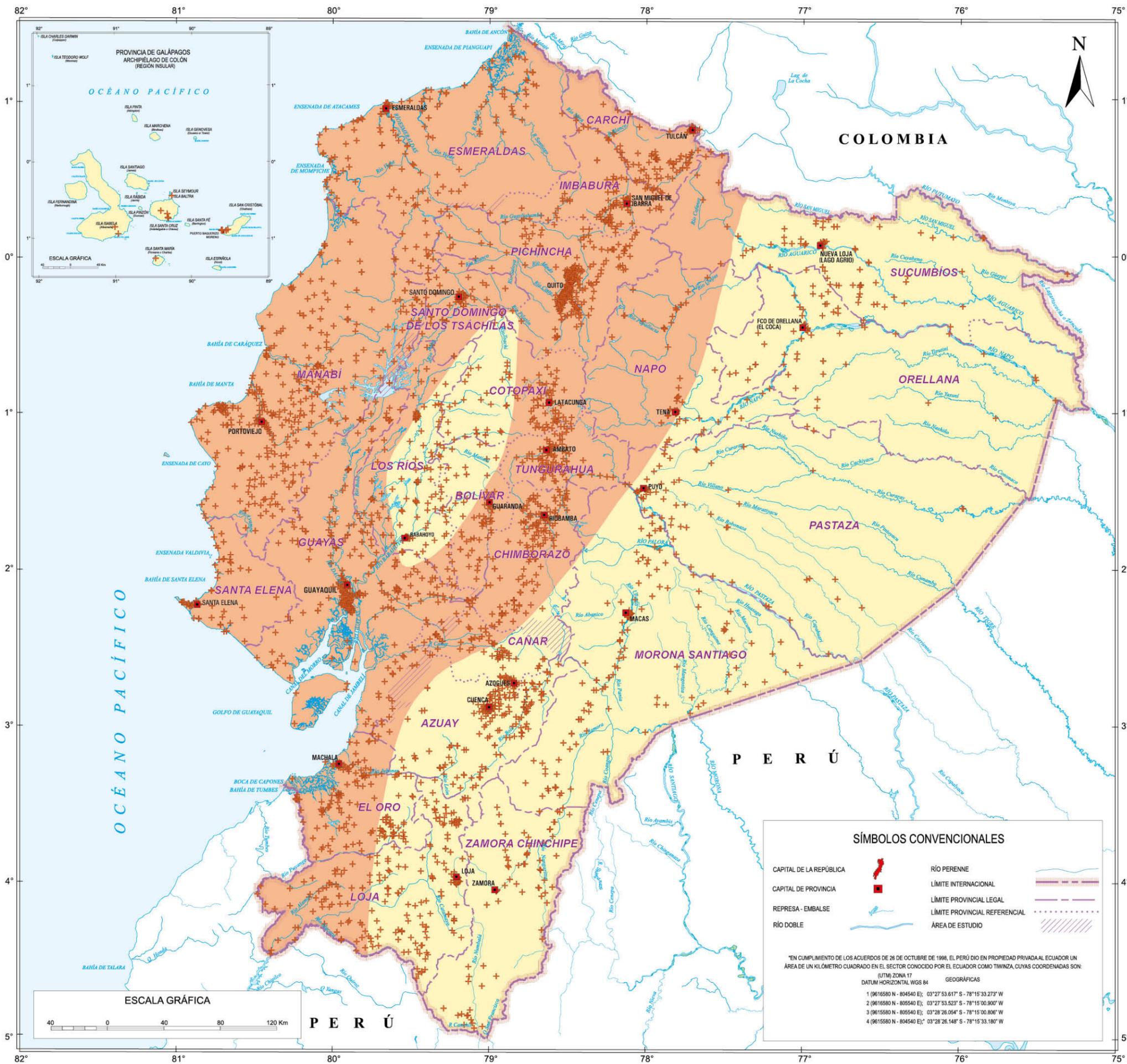
SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

*EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TIWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:
 (UTM) ZONA 17
 DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS
 1 (9616580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
 2 (9616580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
 3 (9616580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
 4 (9616580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W



Fuente: INEC 2010, INSTITUTO GEOFÍSICO 2011



Mapa de Infraestructura de Salud Expuesta a Amenazas por Sismicidad

LEYENDA

Recursos Salud

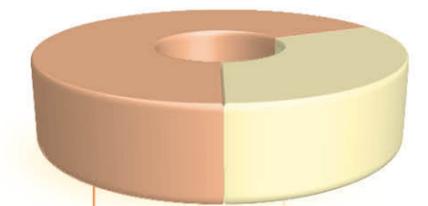
+ Infraestructura de Salud

Grado de Amenaza

Mayor

Menor

Infraestructura de Salud Expuesta a Amenazas por Sismicidad



68% Mayor riesgo

32% Menor riesgo

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

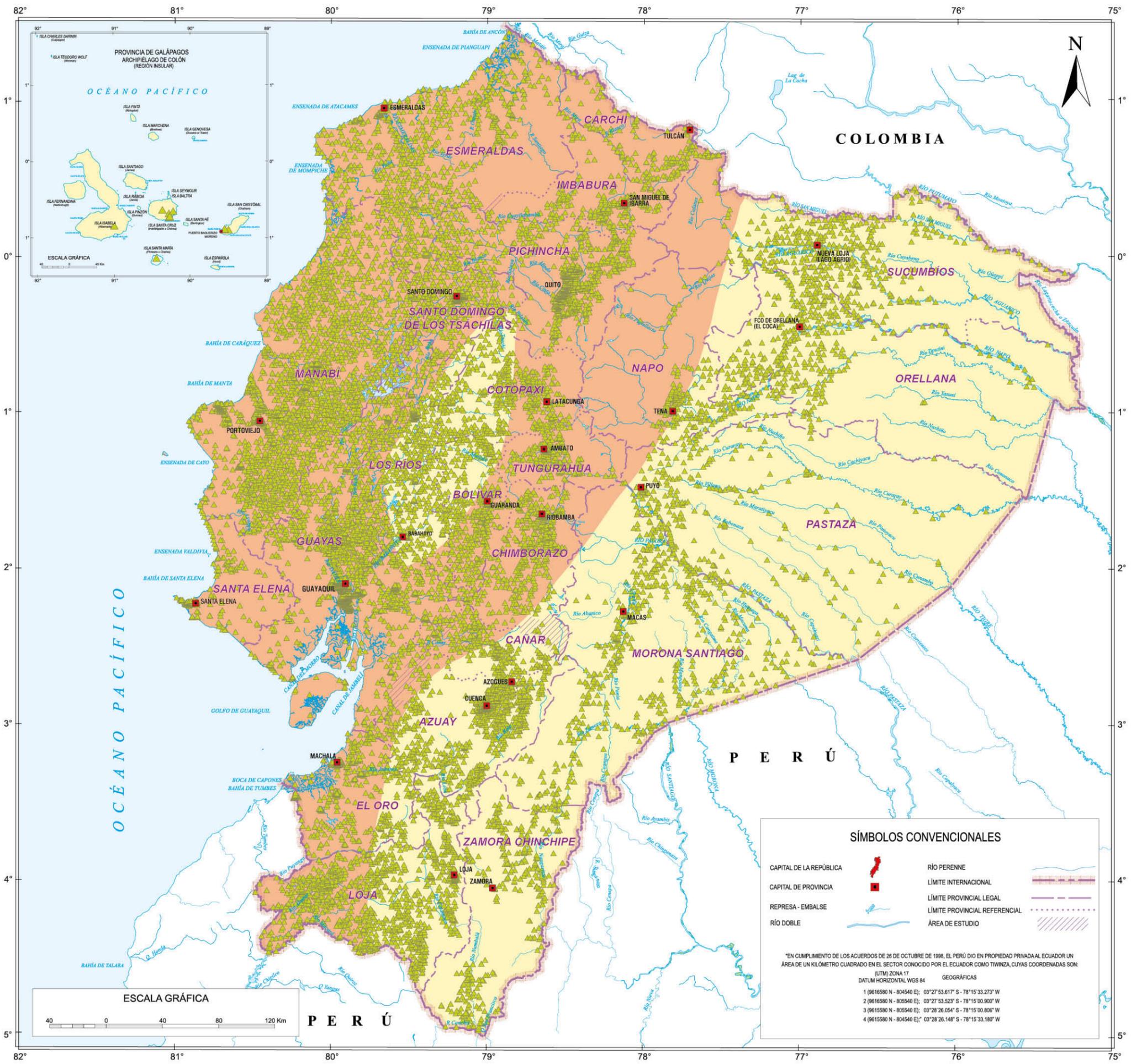
CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:
 DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS
 1 (9615580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
 2 (9615580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
 3 (9615580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.800" W
 4 (9615580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W



Fuente: PAHO, 2016

Fuente: Ministerio de Salud Pública 2016, INSTITUTO GEOFÍSICO 2011

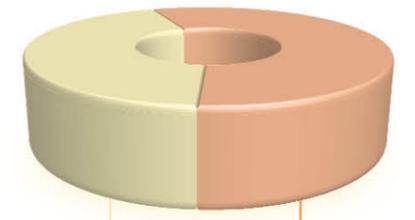


Mapa de Infraestructura Educativa Expuesta a Amenazas por Sismicidad

LEYENDA

- ▲ Infraestructura Educativa
- Grado de Amenaza
 - Mayor
 - Menor

Infraestructura Educativa Expuesta a Amenazas por Sismicidad

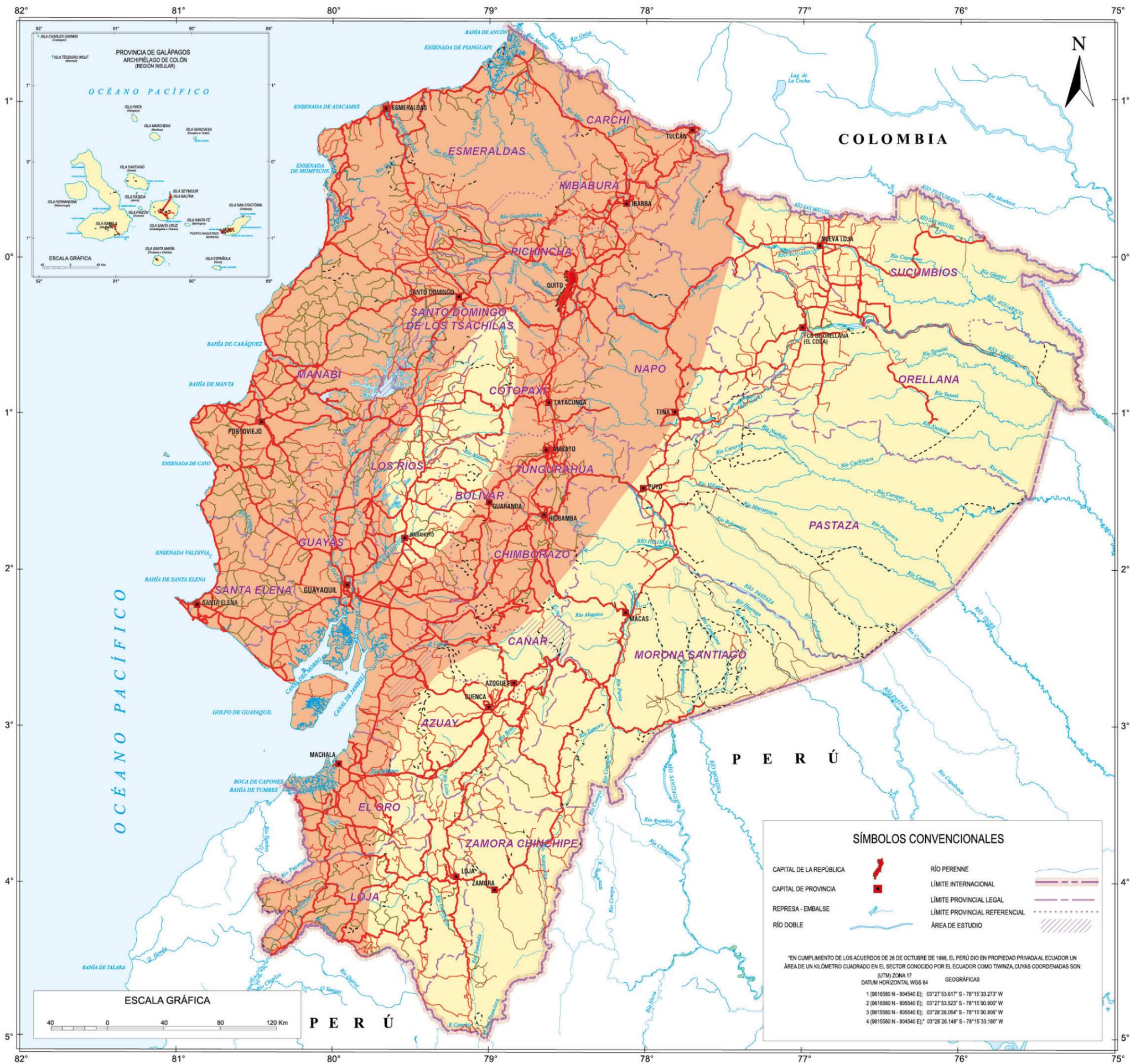


Fuente: MINEDU 2016, IG. 2011

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

*EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:
 (UTM) ZONA 17
 DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS
 1 (9616580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
 2 (9616580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
 3 (9616580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.800" W
 4 (9616580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W



Mapa de Infraestructura Vial Expuesta a Amenazas por Sismicidad

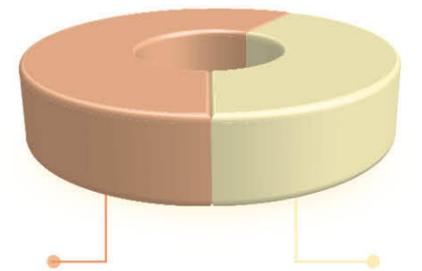
LEYENDA

- Infraestructura Vial**
- Rodera
 - - - Sendero
 - Carretera asfaltada
 - Carretera afirmada
 - Carretera verano

Grado de amenaza

- Mayor
- Menor

Infraestructura Vial Expuesta a Amenazas por Sismicidad



59% Mayor riesgo
20 275 km

41% Menor riesgo
12 321 km

Fuente: Referirse a rodera, sendero y tipo de vías



Fuente: El Comercio, 2016

Fuente: IGM 2016, INSTITUTO GEOFÍSICO 2011

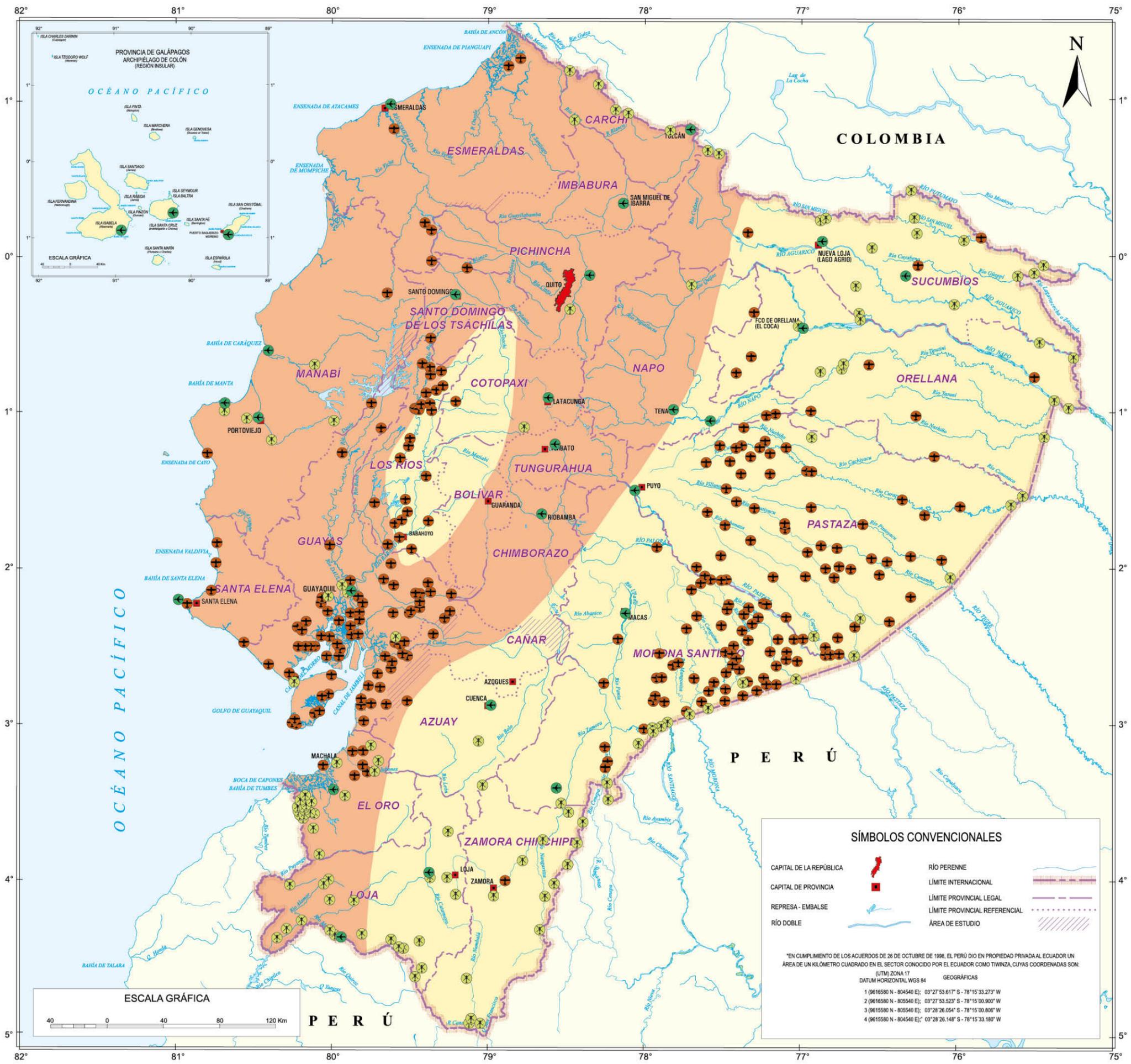
SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17
DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

- (9616580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
- (9616580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
- (9615580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
- (9615580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W



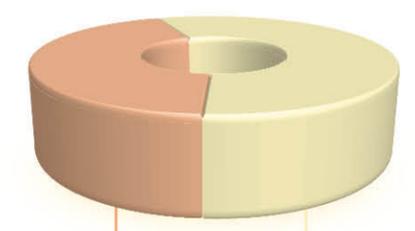
Mapa de Infraestructura Aeronáutica Expuesta a Amenazas por Sismicidad

LEYENDA

- Infraestructura Aeronáutica**
- Aeropuerto
 - Helipuerto
 - Pista

- Grado de Amenaza**
- Mayor
 - Menor

Infraestructura Aeronáutica Expuesta a Amenazas por Sismicidad



43% Mayor riesgo 57% Menor riesgo

Nota: Refierese a aeropuertos, helipuertos y pistas

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

*EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TIWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

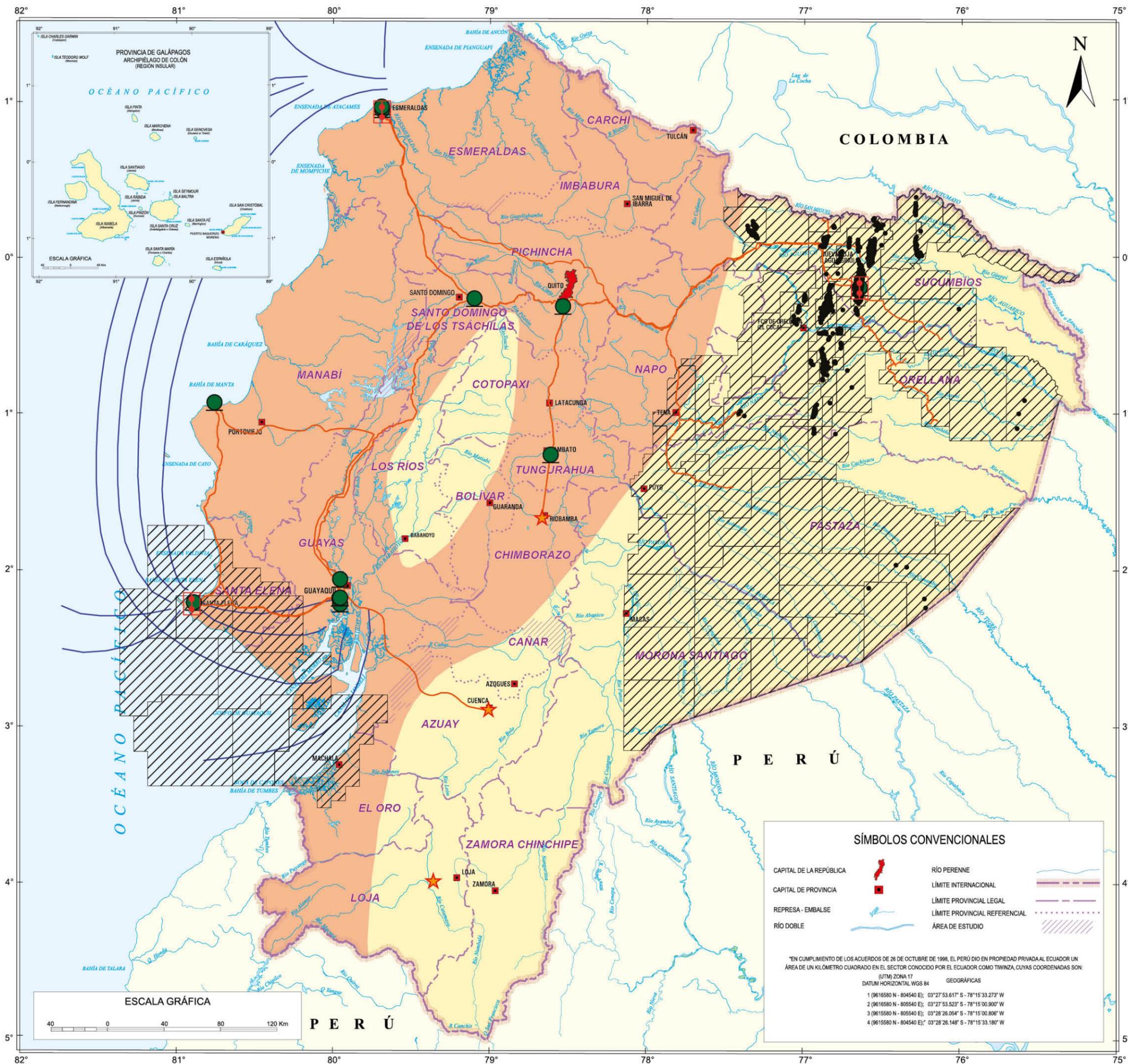
(UTM) ZONA 17 GEOGRÁFICAS
 DATUM HORIZONTAL WGS 84

1 (9616580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
 2 (9616580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
 3 (9616580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
 4 (9616580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W

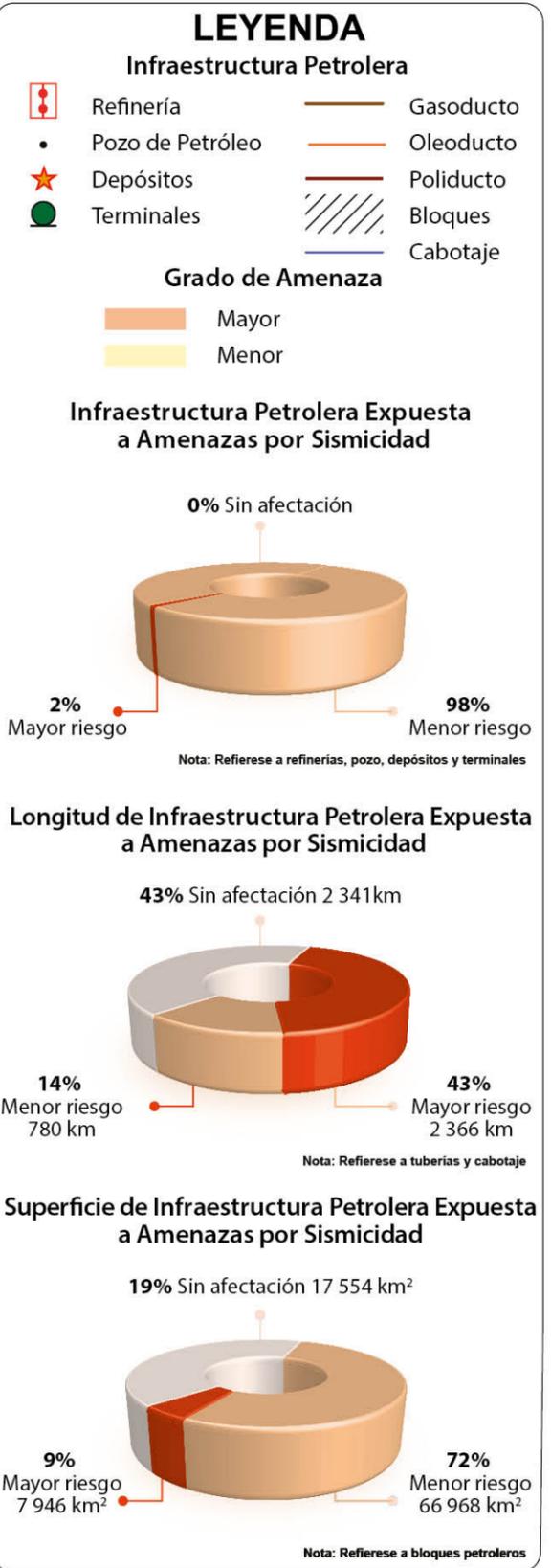


Fuente: La República, 2016

Fuente: DAC 2012, INSTITUTO GEOFÍSICO 2011



Mapa de Infraestructura Petrolera Expuesta a Amenazas por Sismicidad



SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

*EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

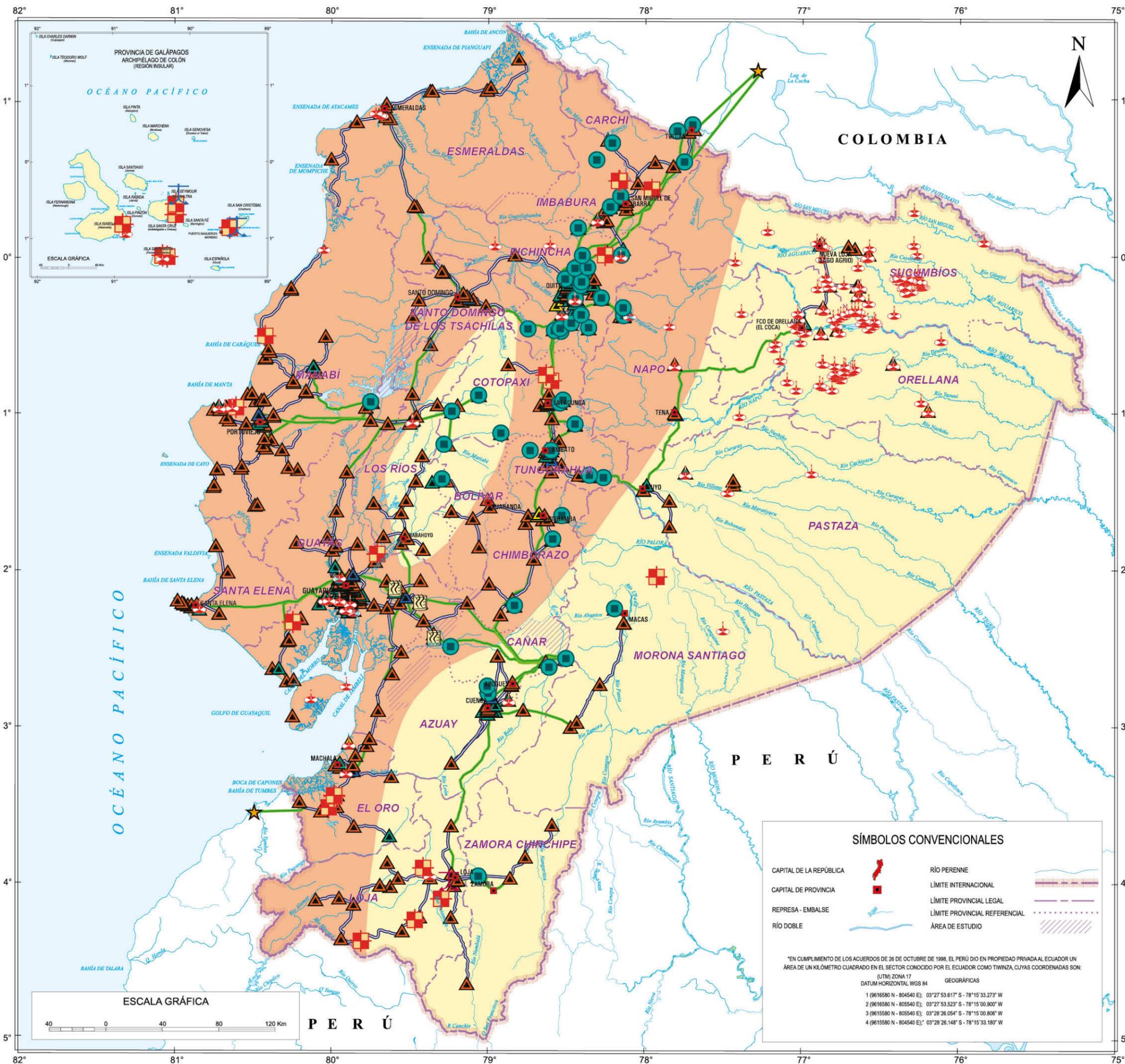
(UTM) ZONA 17

DATUM HORIZONTAL WGS 84

GEOGRÁFICAS

- 1 (961580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
- 2 (961580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
- 3 (961580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
- 4 (961580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W

Fuente: PETROECUADOR 2012/2015, INSTITUTO GEOFÍSICO 2011

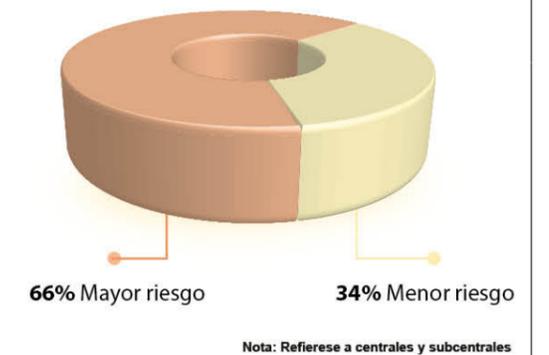


Mapa de Infraestructura Energética Expuesta a Amenazas por Sismicidad

LEYENDA

- Tipo de centrales eléctricas**
- Biomasa
 - Eólica
 - Hidráulica
 - Solar
 - Térmica
 - Interconexión
- Subestaciones según potencial transmitido mw.**
- 0 - 17
 - 18 - 53
 - 54 - 120
 - 121 - 268
 - 269 - 615
- Subestaciones según potencial transmitido mw.**
- Línea de subtransmisión eléctrica
 - Línea de transmisión eléctrica
- Grado de Amenaza**
- Mayor
 - Menor

Infraestructura Energética Expuesta a Amenazas por Sismicidad



Longitud de Infraestructura Energética Expuesta a Amenazas por Sismicidad



Fuente: CONELEC 2014/2016, INSTITUTO GEOFISICO 2011

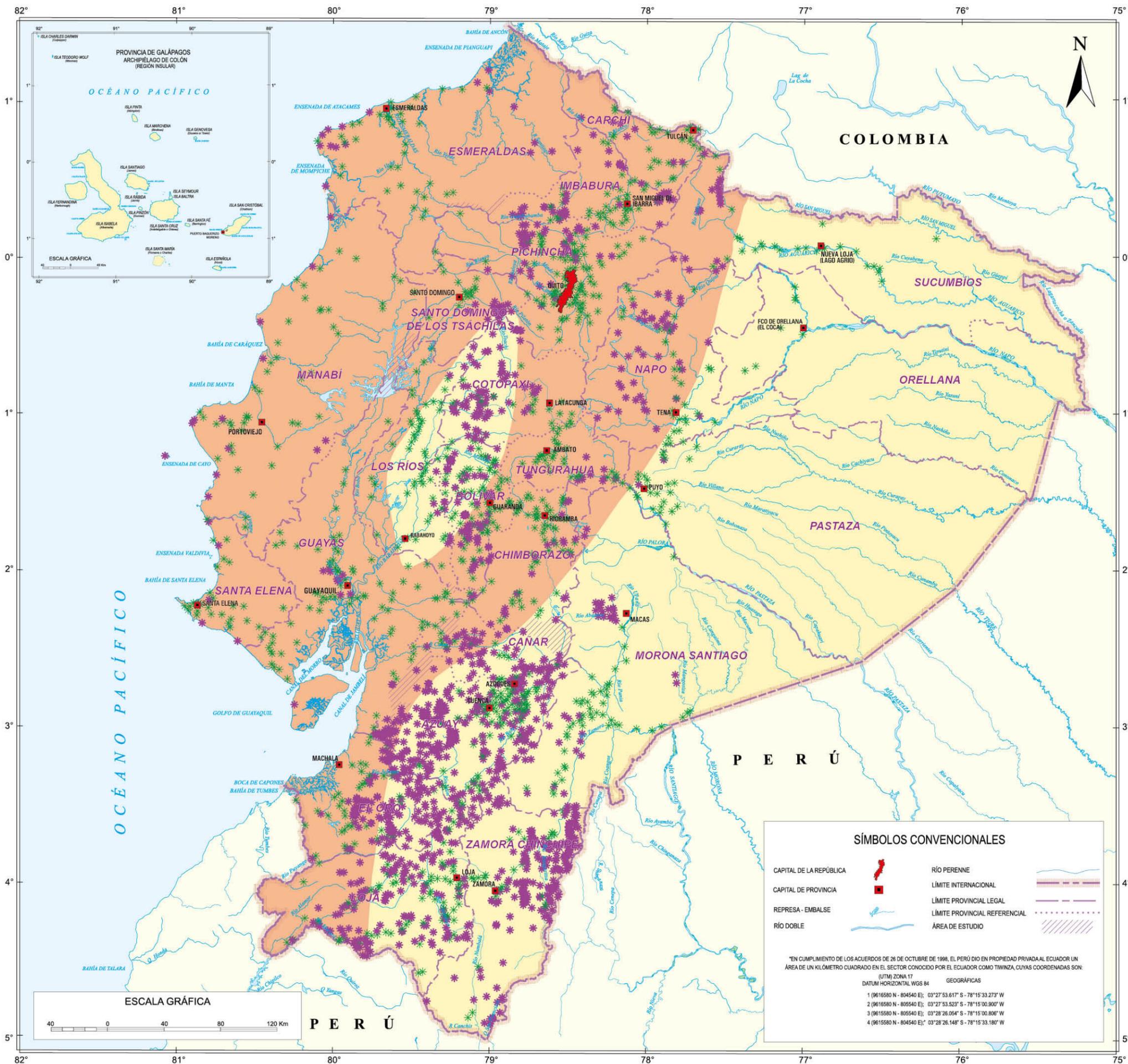
SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

*EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILÓMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TIWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17 GEOGRÁFICAS
 DATUM HORIZONTAL WGS 84

1 (9616580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
 2 (9616580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
 3 (9616580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
 4 (9616580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W



Mapa de Recursos Mineros Expuestos a Amenazas por Sismicidad

LEYENDA

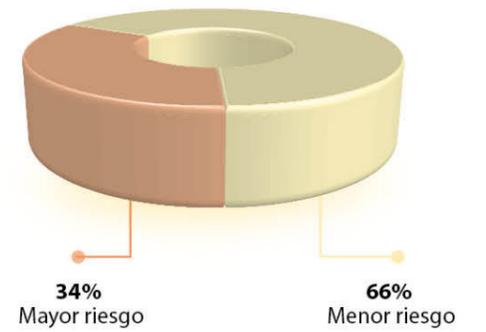
Recursos Mineros

- ★ Metálicos
- ★ No Metálicos

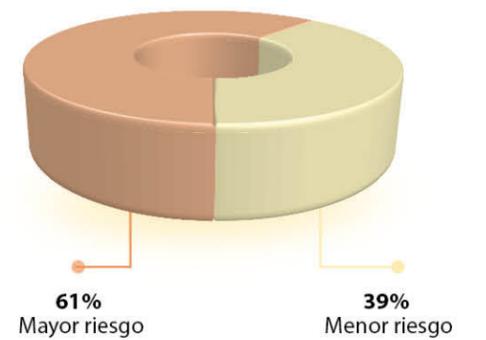
Grado de Amenaza

- Mayor
- Menor

Recursos Mineros Metálicos Expuestos a Amenazas por Sismicidad



Recursos Mineros No Metálicos Expuestos a Amenazas por Sismicidad



SÍMBOLOS CONVENCIONALES

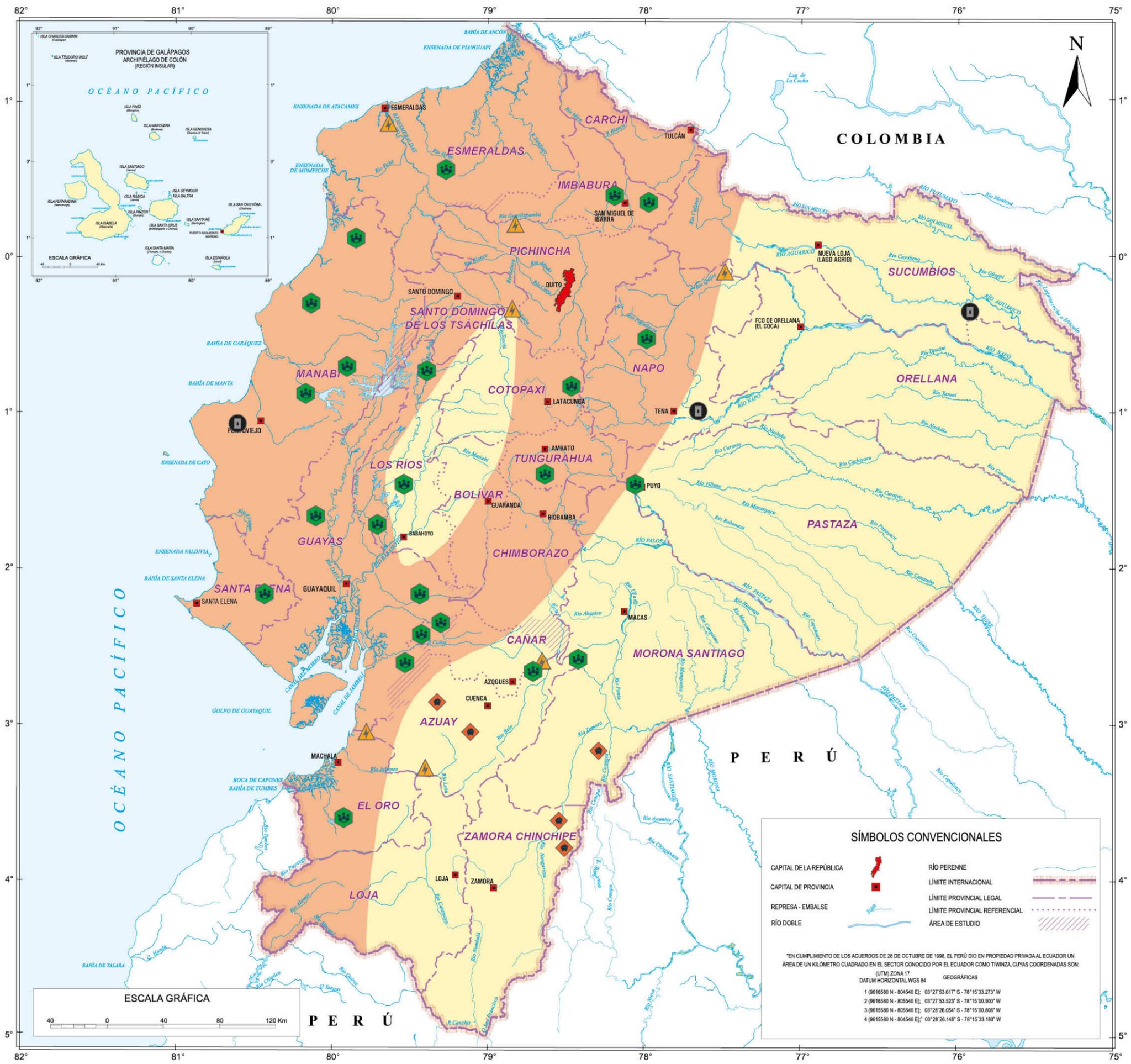
CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

*EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17 DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

- 1 (9615580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
- 2 (9615580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
- 3 (9615580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
- 4 (9615580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W

Fuente: ARCOM 2016, INSTITUTO GEOFÍSICO 2011



Mapa de Megaproyectos Expuestos a Amenazas por Sismicidad

LEYENDA

Megaproyectos

- Electricidad
- Hidrocarburo
- Minería
- Multipropósito

Grado de Afectación

- Mayor
- Menor

Infraestructura de Megaproyectos Expuestos a Amenazas por Sismicidad

68% Mayor riesgo **32%** Menor riesgo

Se refiere: Proyectos de electricidad, hidrocarburo, minería y multipropósitos

Fuente: El Comercio, 2015

Fuente: SENPLADES 2016, IG 2011

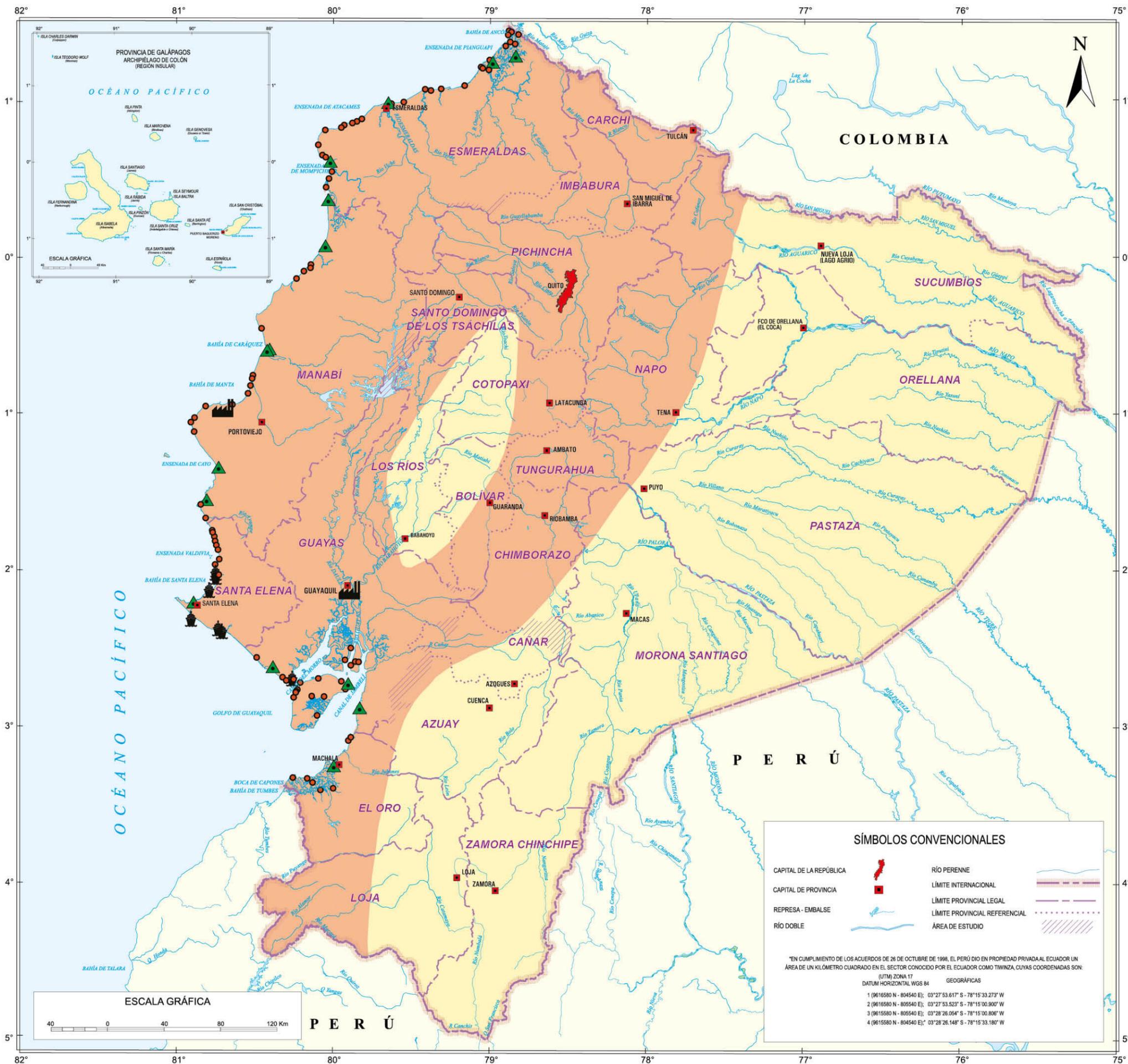
SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

*EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILÓMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TIWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17 GEOGRÁFICAS
 DATUM HORIZONTAL WGS 84

1 (9616580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
 2 (9616580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
 3 (9616580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
 4 (9616580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W



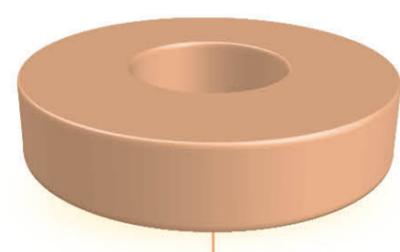
Mapa de Infraestructura de Puertos Marítimos Expuestos a Amenazas por Sismicidad

LEYENDA

- Puertos Marítimos**
- Pesca Artesanal
 - ▲ Centro de acopio
 - Artesanal y Buques
 - Puerto, Industria

- Grado de Amenaza**
- Mayor
 - Menor

Infraestructura de Puertos Marítimos Expuestos a Amenazas por Sismicidad



100%
Mayor riesgo

Se refiere a tipo de puertos: artesanal y buques, centro de acopio, pesca artesanal y puertos - industria. No existen puertos que se encuentren en menor riesgo, ni sin afectación sísmica



Fuente: El Comercio, 2016

Fuente: DIGEIM 2008, INSTITUTO GEOFÍSICO 2011

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:
(UTM) ZONA 17
DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

1 (961580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
2 (961580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
3 (961580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
4 (961580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W

TSUNAMIS

¿Qué es un Tsunami?

Tsunami es una palabra de origen japonés que proviene de dos vocablos: Tsu=puerto y Nami=ola. Literalmente significa grandes olas, no causa daños en alta mar, pero es destructivo en las costas. La palabra tsunami es usada para designar el fenómeno que nosotros denominamos maremoto.

La población relaciona la palabra "TSUNAMI", con la idea de una ola gigantesca que inunda las costas y arrolla todo a su paso; la concepción del fenómeno provoca pánico, terror, no obstante la mayor parte de éstos pasan inadvertidos por la pequeñez de su amplitud. Podemos definir a los Tsunamis como una serie de ondas marinas generadas por una perturbación sísmica o una violenta alteración del fondo oceánico, dichas ondas no son percibidas en alta mar, pero que al acercarse a la costa, las olas incrementan su altura.

Los terremotos "tsunamigénicos" generalmente están asociados a zonas de subducción. Dado que muchas zonas de subducción se encuentran bordeando la cuenca del Pacífico, la gran mayoría de los tsunamis ha ocurrido en el océano Pacífico. Las mayores concentraciones están bien definidas: América del Sur y Central, Alaska, islas Aleutianas, península de Kamchatka, islas Kuriles, Japón y el Pacífico Suroeste. Los tsunamis son olas gigantes que se pueden producir debido a:

- Sismos grandes, como el generado por el sismo de Sumatra, el 26 de diciembre de 2004.
- Erupciones volcánicas (como el generado por la erupción del volcán Krakatoa en 1883 en Indonesia).
- Derrumbes grandes bajo el océano.
- Impactos de meteoritos en el océano.

Los tsunamis generados por terremotos son los más comunes, sin embargo, no todos los terremotos generan tsunamis. Para que esto suceda se deben cumplir las siguientes condiciones:

- El epicentro debe ubicarse en el océano.
- La falla sísmica debe romper la superficie del fondo oceánico.
- Debe haber desplazamientos de grandes volúmenes de agua producto del movimiento de la falla.

Solo los tipos de fallamiento inverso o normal pueden provocar que en el fondo oceánico se produzcan desplazamientos verticales de tierra que tienden a empujar la columna de agua que se encuentra sobre ellos. El tipo de fallamiento longitudinal difícilmente logrará que eso suceda, a no ser que, debido al terremoto, se produzca un derrumbe submarino y este genere un tsunami. La infografía ilustra la generación, propagación, y arribo a las costas de un tsunami.

TSUNAMI

SEÑALES CAUSAS QUÉ HACER

SEÑALES DE ALERTA



Un sismo fuerte, aunque no todos producen un tsunami.



El mar se aleja de la playa y deja ver el fondo marino.



El agua se torna espumosa.

CAUSAS QUE PRODUCEN LOS TSUNAMIS

1

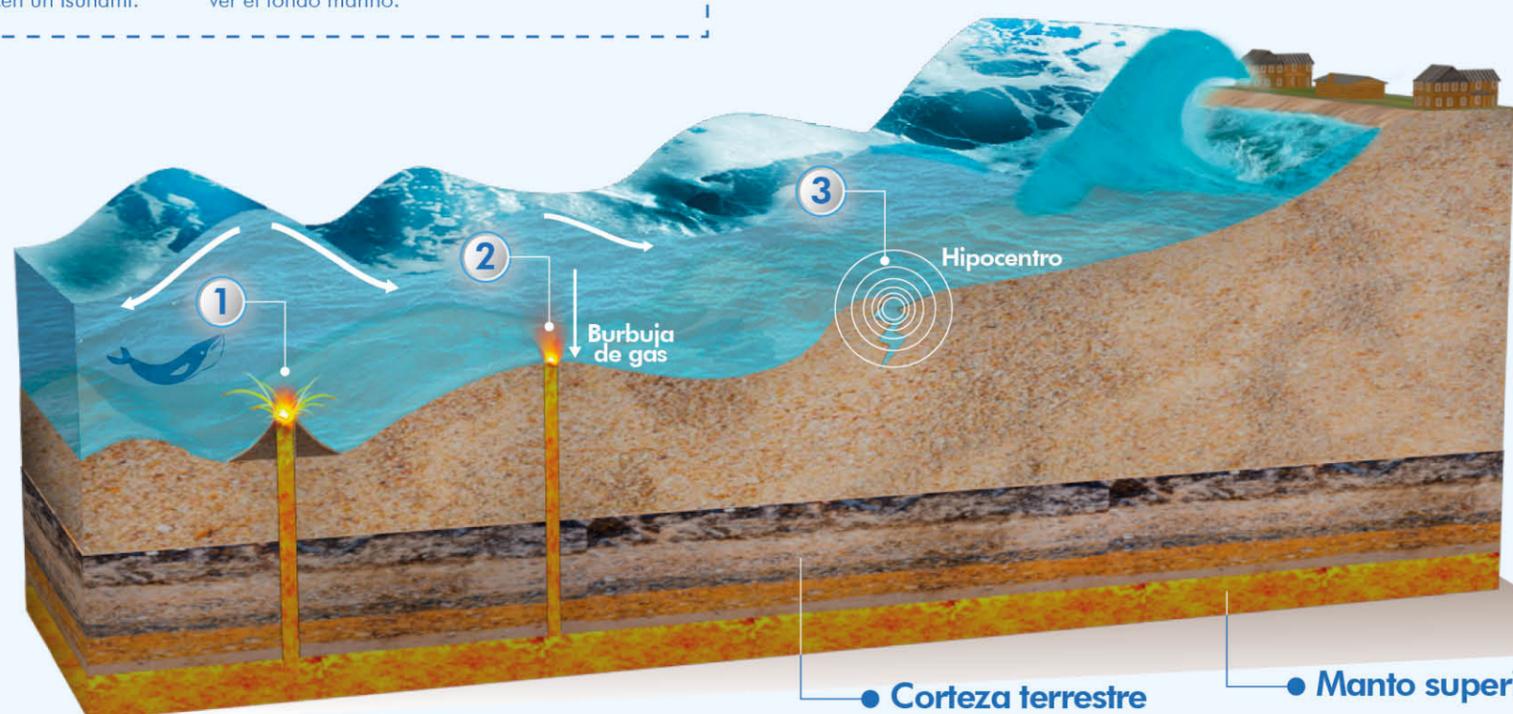
El tsunami también puede ser generado por la erupción de volcanes submarinos expulsión de magma en el océano.

2

Una burbuja de gas en erupción en una parte profunda del océano también puede desencadenar un tsunami.

3

La mayoría de los tsunamis son causados por terremotos submarinos que se desplazan en la corteza oceánica, empujando hacia arriba el agua.



Corteza terrestre Manto superior

¿Qué hacer?



Conservar la calma.



Alejarse de la playa, ríos, arroyos, zonas pantanosas o lagunas costeras y refúgiate en zonas altas.



No te detengas a observar el fondo marino.



Si estás en una embarcación, evita llegar a puerto; en alta mar el riesgo es menor.



No utilices tu vehículo para evacuar.



Evita los puentes sobre cuerpos de agua.



Los tsunamis se pueden clasificar, de acuerdo a la distancia de viaje desde su lugar de origen, en:

- **Tsunamis locales:** si el lugar de arribo en la costa está muy cercano o dentro de la zona de generación (delimitada por el área de dislocación del fondo marino) del tsunami, o a menos de una hora de tiempo de viaje desde su origen.

Los tsunamis de origen local son los más peligrosos, debido a estudios efectuados en nuestras costas, la primera ola puede llegar entre 10 a 30 minutos de producido el sismo. Estos datos son básicos para planificar la evacuación, porque es el tiempo que se tiene para evacuar a la población de la zona inundable.

- **Tsunamis regionales:** si el lugar de arribo en la costa está a no más de 1 000 km de distancia de la zona de generación, o a pocas horas de tiempo de viaje desde esa zona.
- **Tsunamis lejanos (o remotos, o trans-Pacíficos o tele-tsunamis):** si el lugar de arribo está en costas extremopuestas a través del Océano Pacífico, a más de 1 000 km de distancia de la zona de generación, aproximadamente a medio día o más de tiempo de viaje del tsunami desde esa zona. Ejemplos: el tsunami generado por un sismo en las costas de Chile el 22 de Mayo de 1960 que tardó aproximadamente 13 horas en llegar a Ensenada (México).

En el desarrollo de un tsunami, desde su aparición, se distinguen tres etapas:

- **Formación de la onda,** debido a la causa inicial, y a su propagación cerca de la fuente;

- **Propagación libre de la onda en el océano abierto,** a grandes profundidades; y
- **Propagación de la onda en la región de la plataforma continental,** donde, como resultado de la menor profundidad del agua, tiene lugar una gran deformación del perfil de la onda, hasta su rompimiento e inundación sobre la playa.

Al acercarse las ondas de los tsunamis a la costa, a medida que disminuye la profundidad del fondo marino, disminuye también su velocidad, y se acortan las longitudes de sus ondas. En consecuencia, su energía se concentra, aumentando sus alturas, y las olas así resultantes pueden llegar a tener características destructivas al arribar a la costa (INOCAR, 2016).

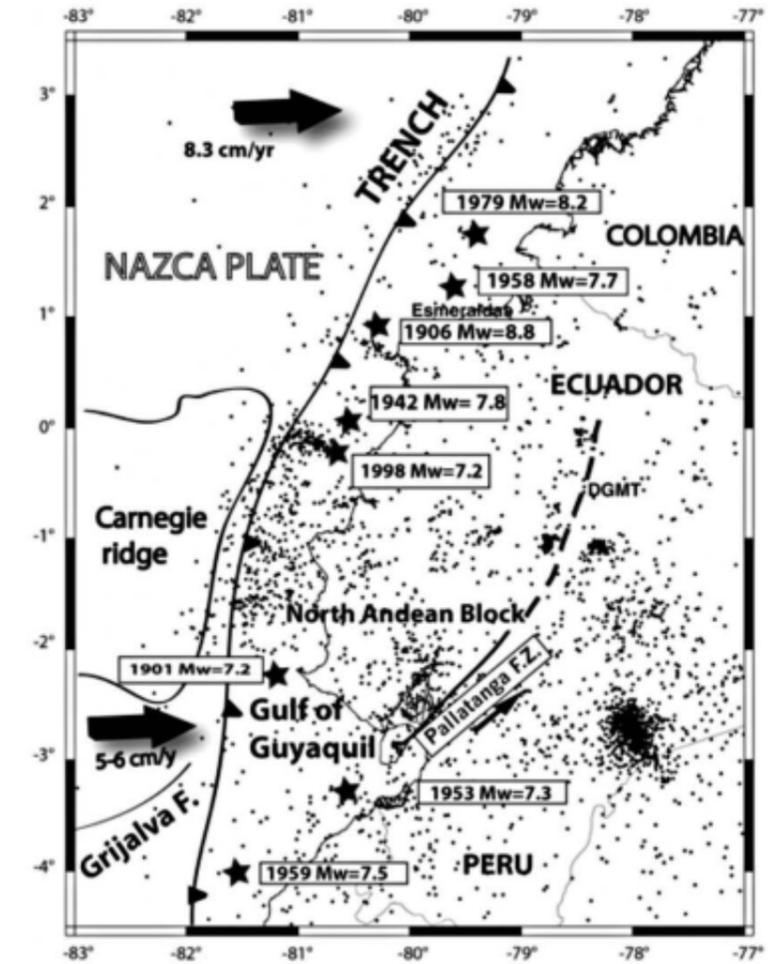
Historia de Tsunamis

La mayoría de los más grandes y devastadores tsunamis han ocurrido en el océano Pacífico. Esta zona se caracteriza por presentar límites convergentes y procesos de subducción, siendo la causa para la generación de la mayor cantidad de actividad volcánica y sísmica en el planeta. En consecuencia, la costa del Pacífico de Sudamérica es una de las zonas más propensas para la generación de un tsunami. En el siglo pasado ocurrieron cinco sismos (1906, 1933, 1953, 1958 y 1979) que generaron tsunamis significativos a lo largo del litoral ecuatoriano (IG, 2017). El registro histórico de los tsunamis muestra que la afectación en las costas ecuatorianas ha sido muy variable, en la siguiente tabla se presenta un recuento de los eventos más importantes presentados en el país en el último siglo.

Tabla 11. Eventos de tsunamis presentados en el país

FECHA	INTENSIDAD DEL SISMO	LOCALIZACIÓN DEL SISMO	ZONA AFECTADA POR TSUNAMI
31 de Enero de 1906	8,8	Océano Pacífico, frente a la frontera Ecuador-Colombia	Las olas del tsunami fueron muy destructivas en las costas bajas y planas existentes desde Río Verde hacia el norte, donde todas las viviendas asentadas cerca de la playa o en la zona estuarina formada por los Ríos Santiago y Mataje fueron destruidas; alrededor de unas 1 000 a 1 500 personas murieron. En la Tola, más de 23 viviendas fueron destruidas. En Esmeraldas el río se salió de su cauce inundando las zonas bajas de la población. El tsunami fue observado en Bahía de Caráquez donde el mar se elevó de 80 a 100 cm en 20 minutos. Los fondeaderos desde Manta a Buenaventura perdieron por lo menos 2m. de profundidad; algunos cambios se reportaron en el Canal del Río Esmeraldas.
2 de Octubre de 1933	6,9	Frente a La Libertad en la península de Santa Elena	El tsunami fue de origen cercano, en 3,5 horas el mar realizó oscilaciones que normalmente efectúa en 10 horas, la amplitud debió ser aproximadamente entre 2 a 2,5 m., el tsunami produjo una inundación en lugar de oleaje turbulento, al arribo a las costas.
12 de Diciembre de 1953	7,3	Frontera Ecuador - Perú	Se conoce que en la costa norte de la Península de Santa Elena, se produjeron oscilaciones de 20 cm. aproximadamente; lo que indica que las ondas fueron no destructivas y que el tsunami fue de origen cercano para La Libertad.
19 de Enero de 1958	7,7	Frontera de Ecuador - Colombia	Este terremoto originó un tsunami haciendo que una embarcación casi se hunda frente a Esmeraldas, se reportaron 4 muertos por efectos del maremoto. La altura con que llegaron las olas a las costas fueron del orden de 2,0 a 5,9 m.
7 de febrero de 1959	7,2	Frente a la costa de Tumbes (frontera Ecuador - Perú)	Efectos en los bordes costeros de la provincia de El Oro y Guayas, la magnitud sísmica establecida fue de Ms 7,8, las ondas no fueron destructivas, porque presentaron oscilaciones de 20 cm aproximadamente para La Libertad, para las costas del archipiélago de Jambelí no se tiene información detallada de las posibles afectaciones.
12 de Diciembre de 1979	8,2	Frontera de Ecuador - Colombia	Este sismo produjo un tsunami que ocasionó daños graves en el territorio colombiano. De acuerdo a información de principales diarios de esa época, se conoce que en Ecuador los daños materiales fueron leves y no se produjeron víctimas.

Figura 4. Zonas geodinámicas del margen ecuatoriano



Las estrellas representan los grandes terremotos de subducción ocurridos durante el siglo XX. Los puntos negros corresponden a los epicentros de eventos con magnitudes mayores a Mw=4 registrados por la red sísmológica del IG-EPN durante los últimos 20 años. Tomado de Loualalen et al., 2014.

Fuente: Enbase a: <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/que-son-los-tsunamis/73-eventos-en-el-ecuador>

Problemática

Análisis realizados en función del estudio de tsunamis producidos en otras partes del mundo se desprende que un tsunami, ya sea de origen cercano o lejano, presenta cuatro tipos o categorías de amenazas, según el tipo de daño que pueda causar:

1. Amenaza por rotura o colapso de cresta ("efecto de ariete" o mecánico, por acción hidráulica: golpe o embate de la ola).
2. Amenaza por inundación turbulenta veloz, espumosa y con gran inercia (run up) debido al desplazamiento hacia adelante de una importante cantidad de agua colapsada.
3. Amenaza por erosión activa durante el reflujos o retroceso de la masa de agua, (run off) antes de la llegada de la siguiente ola; y,
4. Amenaza por "efecto de dique" en zonas de desembocaduras al mar de ríos y esteros: es decir, el reflujos de las aguas de éstos, provocado por el ingreso de olas tsunamigénicas a sus cauces, ocasionando inundaciones costa adentro, por elevación rápida de los niveles de agua, en ríos y esteros (Cruz, Acosta, & Eddy, 2005).

A lo antes expuesto se le suma la clasificación presentada en el mapa de "Zonas sísmicas para propósitos de diseño año 2011", el cual indica que la mayor zona de intensidad sísmica (0,40 g) se localiza en toda la costa ecuatoriana, con estos antecedentes, la probabilidad de ocurrencia de un evento tsunamigénico en la costa ecuatoriana es alta. La ocurrencia de este tipo de eventos en el país provocaría daños y pérdidas muy importantes ya que en la Costa se ubican importancia ciudades como Esmeraldas y Manta, además se localiza infraestructura vial de primer orden, a esto se le puede sumar la presencia de actividades productivas como las camaroneras que podrían verse afectadas sin dejar a un lado la afectación paisajísticas en las playas que son un recurso turístico valioso para el país.

La identificación de las zonas de riesgos a tsunamis se lo puede realizar a partir del análisis de variables de tipo físico, social, cultural, económica, política y ambiental, conjuntamente con factores modificadores de la vulnerabilidad descritos a continuación:

- Hora del día de ocurrencia de los eventos naturales (macrosismo y tsunami).
- Tipo y magnitud de los daños causados por el sismo precursor.
- Tipo de costa (forma, altura).
- Tipo y forma de playa (barreras naturales, profundidades).
- Infraestructura existente en las playas (tipo, cantidad).
- Densidad poblacional en la zona de riesgo (población flotante, población estable).

- Homogeneidad cultural de la población bajo riesgo.
- Capacidad de respuesta institucional y de la población.
- Medios disponibles (factores humanos, económicos, infraestructura física, etc.).
- Grado o nivel de preparación alcanzado por la población y por los Organismos de Socorro.

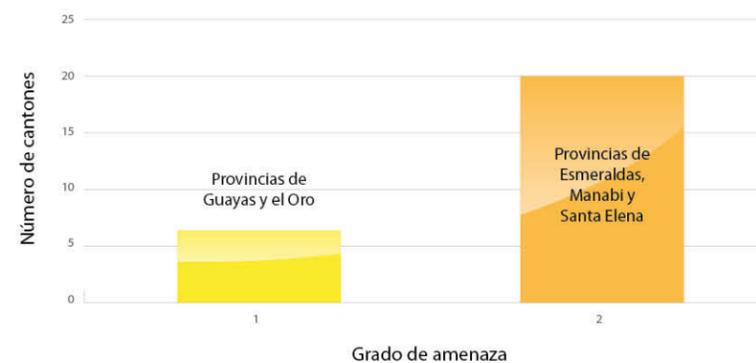
Producto de la conjunción de variables y criterios se puede estimar el nivel de riesgo cualitativo, que se presenta en el "Mapa de Riesgos por Tsunami de la Costa ecuatoriana". Es claro en este mapa que las "zonas bajas y planas, muy cerca de playas "tendidas" o de poca pendiente; sobre islas arenosas, playas de acumulación o barras arenosas, zonas de marismas, albuferas y estuarios (Archipiélago de San Lorenzo, Muisne, Mompiche, Cojimíes, Boca de Briceño, entre otras) son de muy alto riesgo ante tsunamis a causa de su alta vulnerabilidad social, física y geomorfológica" (Cruz et al., 2005).

Cartografía de Amenazas

En un intento de presentar zonas con mayor peligro a la ocurrencia de tsunamis, a partir del mapa de Intensidades Sísmicas de Ecuador y realizando una asignación de valores a zonas de mayor y menor peligro sísmico se presenta una mapa a nivel cantonal en el cual se puede registrar los cantones con mayor y menor afectación ante un posible tsunami. "Se observa que los cantones en la franja que va desde la provincia de Esmeraldas hasta la parte occidental de la provincia del Guayas son los más expuestos a los tsunamis. El resto de la franja litoral los cantones del estuario de la provincia de Guayas y los cantones costeros de la provincia de El Oro tienen un grado medio de amenaza. El resto del país no está expuesto" (Demoraes & D'Ercole, 2001).

Para ser más precisos 20 cantones de las provincias de Esmeraldas, Manabí y Santa Elena se ubican en las zonas de más peligro y 6 cantones correspondientes a las provincias del Guayas y El Oro en zonas de menor peligro.

Gráfico 6. Número de cantones según grado de amenaza por tsunami



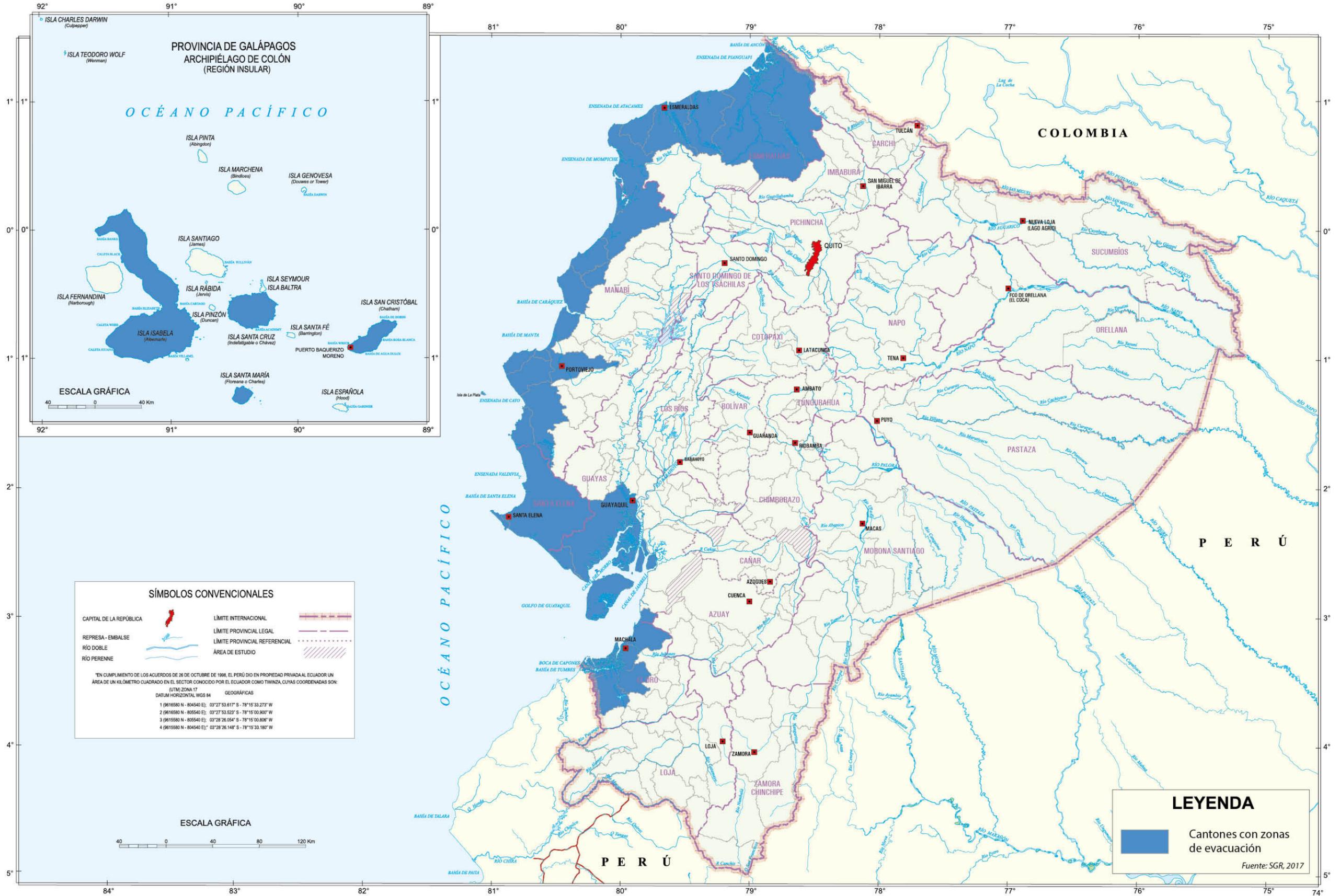
Mapa de Riesgos por Tsunami de la Costa ecuatoriana



Fuente: SGR, 2017



Mapa de Nivel de Amenaza Tsunami Según Cantón



SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA	LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE	LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE	LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
RÍO PERENNE	ÁREA DE ESTUDIO	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILÓMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

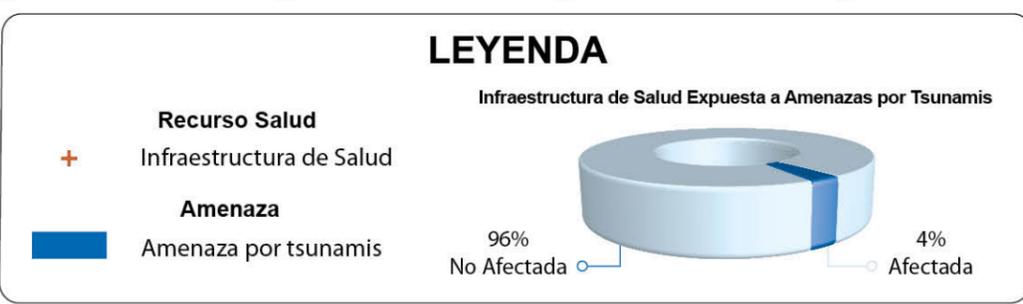
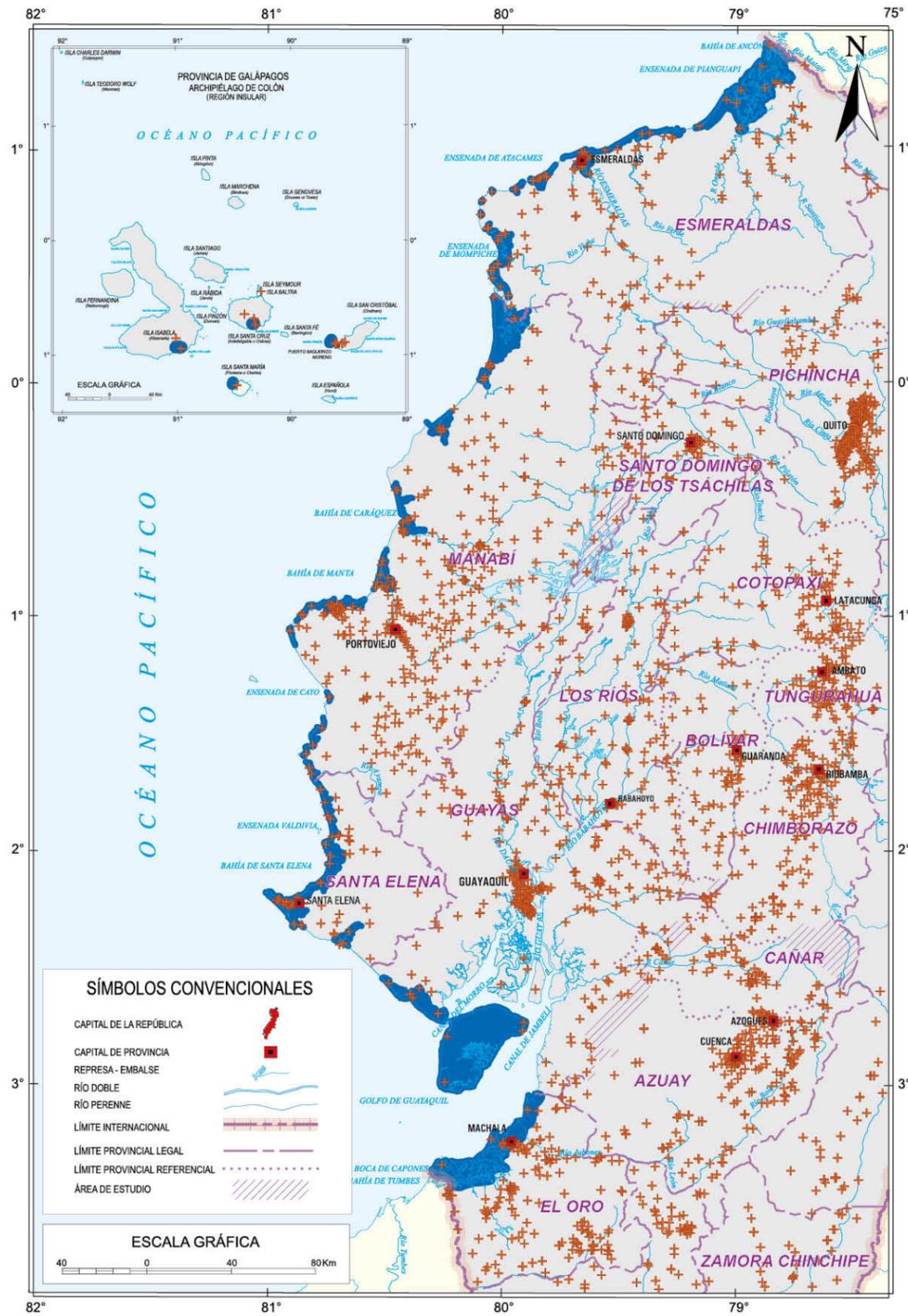
UTM ZONA 17	GEODÉSICAS
DATUM HORIZONTAL WGS 84	
1 (9616580 N - 804540 E): 03°27'53.817" S - 78°15'33.273" W	
2 (9616580 N - 805540 E): 03°27'53.523" S - 78°15'00.800" W	
3 (9616580 N - 805540 E): 03°28'26.054" S - 78°15'00.800" W	
4 (9616580 N - 804540 E): 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W	

LEYENDA

Cantones con zonas de evacuación

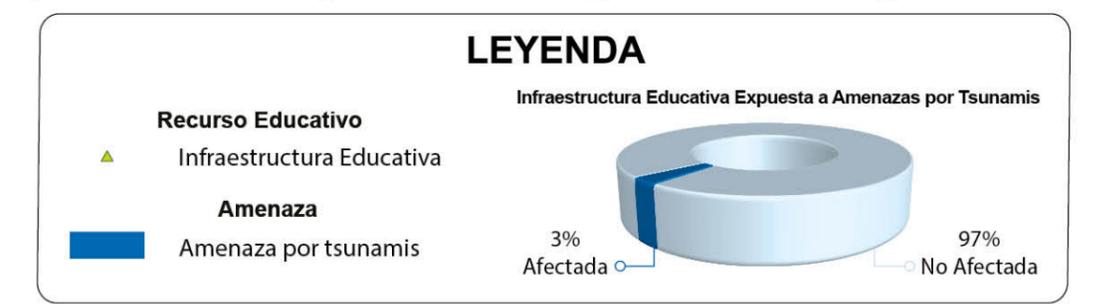
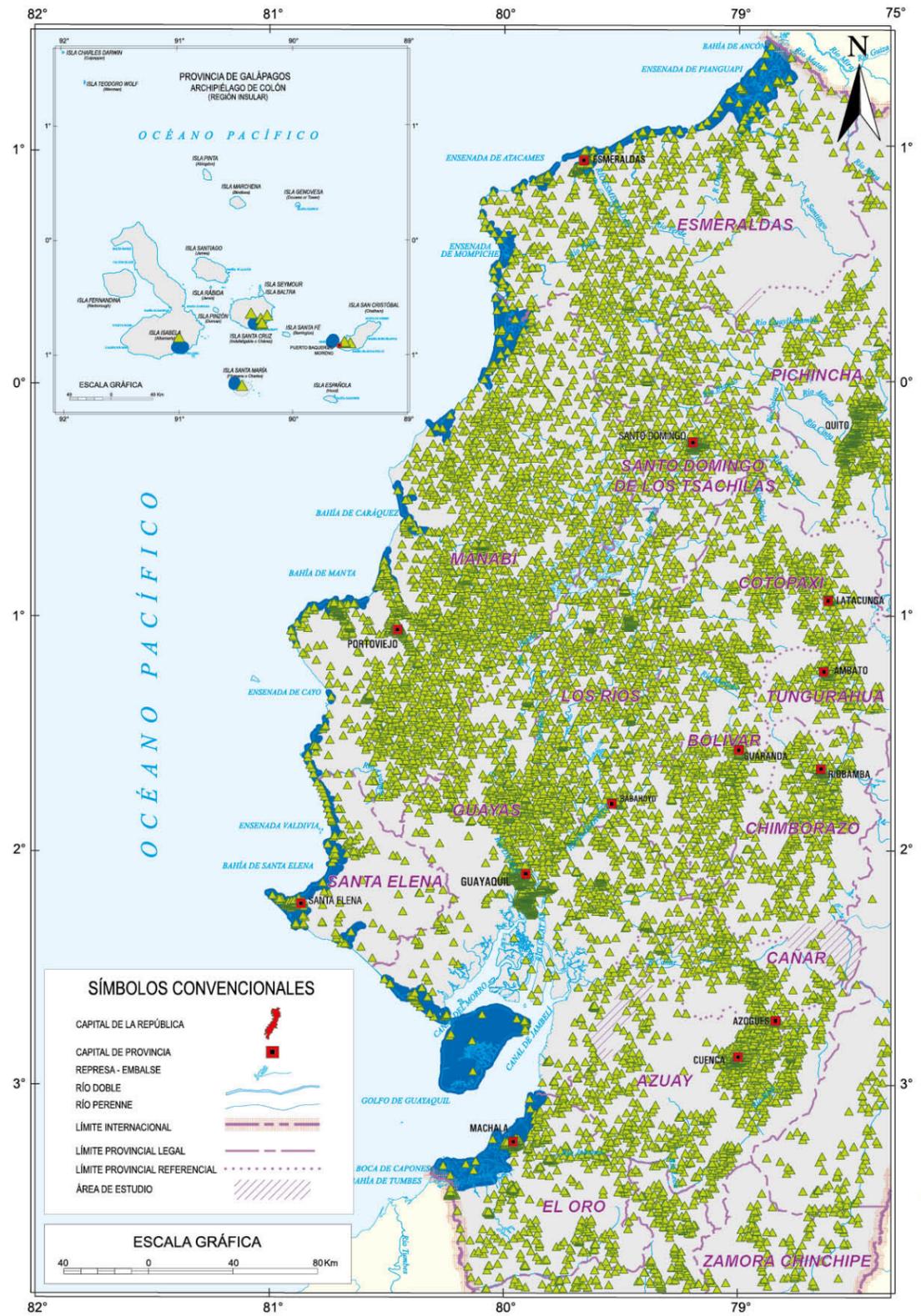
Fuente: SGR, 2017

Mapa de Infraestructura de Salud Expuesta a Amenazas por Tsunamis



Fuente: MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA 2016, SGR 2017

Mapa de Infraestructura Educativa Expuesta a Amenazas por Tsunamis



Fuente: MINISTERIO DE EDUCACIÓN 2016, SGR 2017



ERUPCIONES VOLCÁNICAS

Las erupciones volcánicas pueden dar lugar a diferentes tipos de fenómenos, cada uno de los cuales puede representar un peligro (o amenaza) específico (Sigurdsson et al., 2015; Rymer, 2015). De manera general, se define peligro volcánico como un fenómeno potencialmente dañino, que puede ocurrir durante una erupción volcánica y que puede ser cuantificado en forma de una probabilidad de ocurrencia. Entre dichos fenómenos se puede mencionar: emisiones de gases volcánicos, flujos de lava, flujos piroclásticos, impactos de fragmentos balísticos, caídas de ceniza y piroclastos, lahares, grandes deslizamientos volcánicos y tsunamis volcánicos. Estos fenómenos son de diversos tipos, tanto en cuanto a los procesos físico-químicos que los originan y controlan, como en su capacidad de provocar daños o afectaciones, tanto en zonas proximales como distales a sus sitios de origen.

Por poner solamente dos ejemplos, las coladas o flujos de lava ocurren durante erupciones efusivas y su movimiento está controlado por las propiedades físicas del magma (temperatura, viscosidad, caudal de emisión) y por las características del terreno (pendiente, rugosidad) sobre el que se mueven. Los flujos de lava son fenómenos altamente destructivos, pero que en general afectan solamente las zonas muy proximales de los volcanes (Harris y Rowland, 2015). Por el contrario, las caídas o lluvias de ceniza ocurren durante erupciones explosivas, están controladas por las características de la erupción (tasa de emisión, explosividad) y sobre todo por características de la atmósfera (altura, velocidad y dirección de los vientos) (Bonadonna et al., 2015). Las caídas de ceniza son, en general, poco destructivas pero pueden afectar zonas sumamente amplias, desde proximales hasta muy distales a los volcanes.

La cartografía de los peligros asociados a las erupciones debe tomar en cuenta la diversidad de sus potenciales fenómenos asociados, así como su probabilidad de ocurrencia. En vista de ello, y en vista del estado de arte en cuanto a la comprensión de los parámetros que controlan cada fenómeno volcánico, la generación de mapas de peligros volcánicos aún no cuenta con una metodología detallada, establecida y única, que sea de aplicación generalizada para todos los casos y todos los fenómenos (Rymer, 2015). Sin embargo, a nivel mundial, la Asociación Internacional de Vulcanología y Química del Interior de la Tierra (IAVCEI, por sus siglas en inglés;), así como la UNESCO (Crandell et al., 1984), entre otros, se han encargado de emitir sugerencias y lineamientos generales para la elaboración de este tipo de mapas.

En vista de lo mencionado, en el presente documento se van a presentar solamente los pasos metodológicos generales que deberían cumplirse para determinar la cartografía del peligro correspondiente a cada fenómeno volcánico que se desea representar en un mapa.

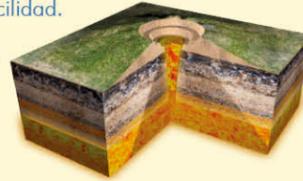
TIPOS DE ERUPCIONES

▶ HAWAIANA

No explosivo, fluye la lava con facilidad.

EJEMPLO

Kilauea



▶ VULCANIANA

Explosiones con grandes cantidades de gases. Magma poco fluido.

EJEMPLO

Popocatépetl
Tungurahua

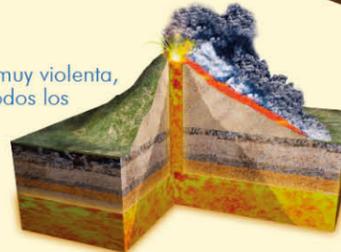


▶ PELEANA

Erupción mucho muy violenta, el magma tapa todos los conductos.

EJEMPLO

Monte Pelé



▶ ESTROMBOLIANA

Frecuentes explosiones con ocasionales coladas de lava.

EJEMPLO

Estrómboll

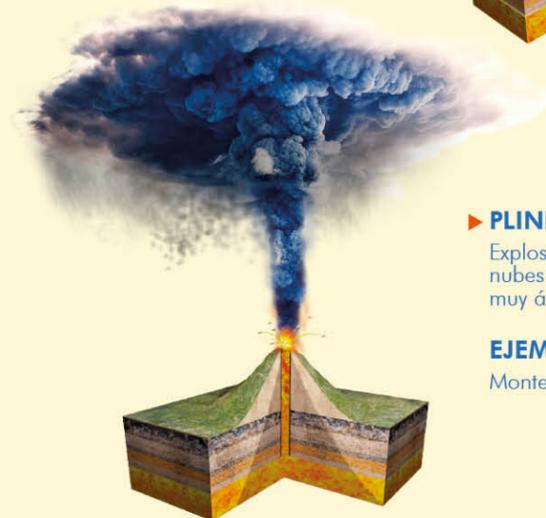


▶ PLINIANA

Explosiones muy violentas, nubes ardientes, magma muy ácido.

EJEMPLO

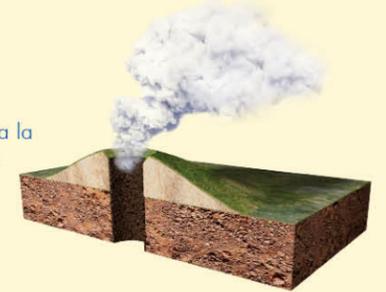
Monte Vesubio



TIPOS DE VOLCÁNES

▶ ESCUDO

Se forma cuando la lava fluye hacia la superficie a través de un conducto.



▶ ESTRATOVOLCÁN

Volcán de tipo cónico y de gran altura, compuesto por múltiples capas de lava, rocas y ceniza.



▶ FISURA

Cuando la lava fluye hacia la superficie a través de una fisura.



▶ CALDERA

Se forma cuando una gran erupción colapsa el edificio volcánico, dejando un gran cráter o caldera.



▶ CONOS DE CENIZA

Formado principalmente por piroclastos, fragmentos de roca ígnea que se solidifican al momento de la erupción.





PELIGROS VOLCÁNICOS

FENÓMENOS RELACIONADOS CON LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA

LOS PRINCIPALES SON:

Caída de ceniza

Fragmentos de material volcánico con tamaño entre 2mm (ceniza) y 64 mm (lapilli). Está compuesta por ceniza y pómez y es expulsada en fumarolas al momento de la explosión. Puede recorrer grandes distancias.

Proyectiles balísticos (bombas)

Fragmentos de material mayor de 64 mm, pueden tener diámetros de algunos metros. Son causados por explosiones en el cráter.

Flujos de lava

Corriente de roca fundida que se desliza pendiente abajo como un fluido viscoso, puede quemar las zonas de bosque, cultivos y construcciones.

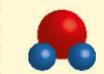
Lahares o flujos de lodo

Son generados cuando los materiales expulsados durante las erupciones se mezclan con agua y forman flujos que se mueven pendiente abajo.

Gases volcánicos

Son la parte volátil del magma que se emite a través de fumarolas y cráteres.

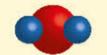
Algunos de los gases más peligrosos son:



dióxido de azufre



ácido sulfhídrico



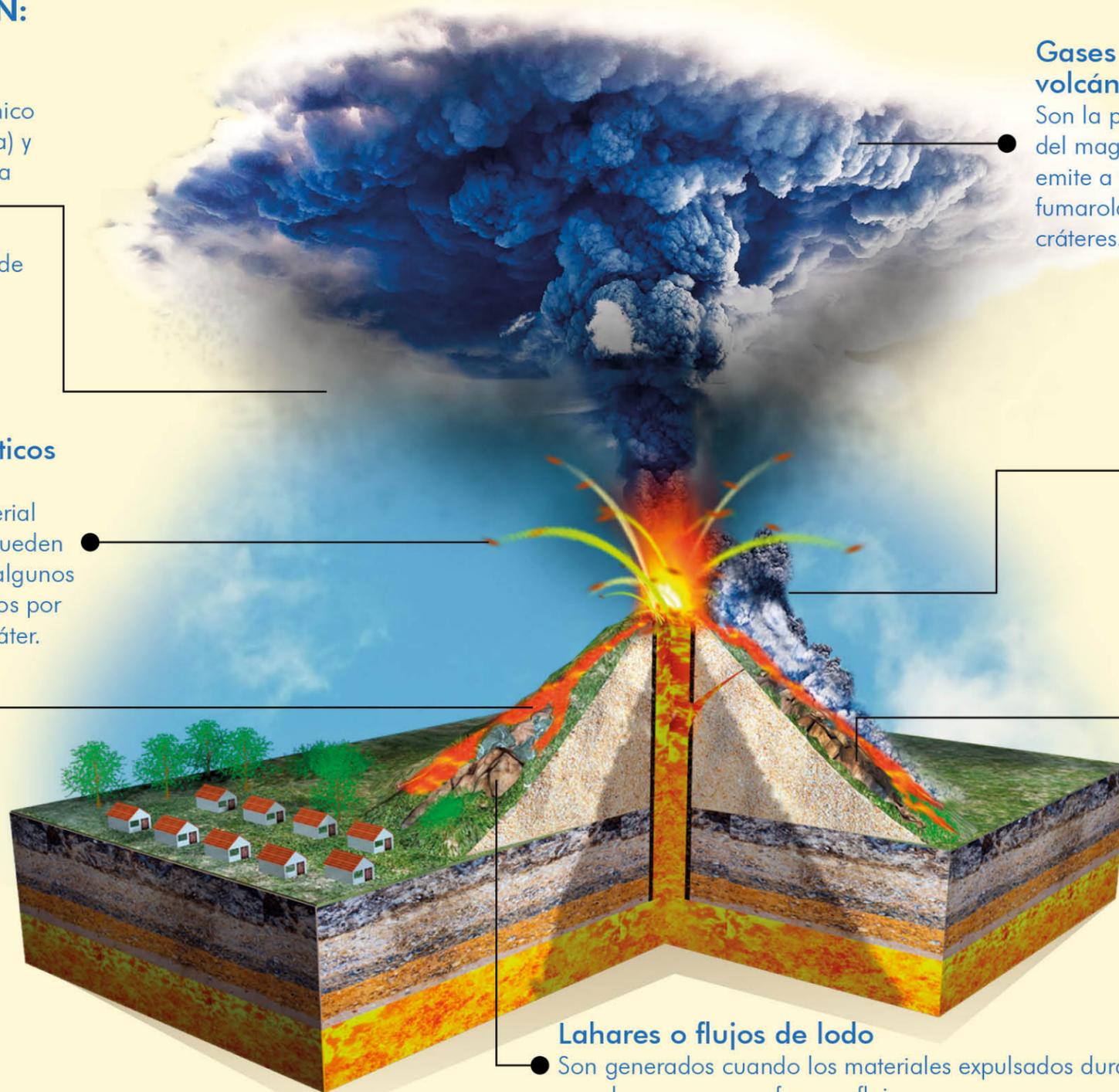
dióxido de carbono

Flujos y oleadas piroclásticas

Son una mezcla turbulenta de fragmentos de roca a alta temperatura, (700 °C) ceniza, pómez y gases con velocidades de hasta 200 km/h.

Avalanchas

Son resultado de la presión de los gases en el interior del volcán, de los sismos y de la inestabilidad ocasionada por la sobrecarga. La estructura del volcán se desestabiliza y provoca un colapso a gran velocidad de un sector del edificio volcánico.



EFFECTOS RESPIRATORIOS

CENIZA VOLCÁNICA

¿QUÉ ES?

Las cenizas son partículas producidas por fragmentación de las rocas durante las erupciones y tiene un tamaño menor a 2 mm. Sus efectos pueden pasar inadvertidos y durar por mucho tiempo, incluso después de que la erupción haya terminado.

ÁREAS AFECTADAS EN EL SISTEMA RESPIRATORIO

Región extratorácica

- Nariz
- Boca
- Laringe

Fracción inhalable
Partículas < 15 micras

Región traqueobronquial

- Tráquea
- Bronquios

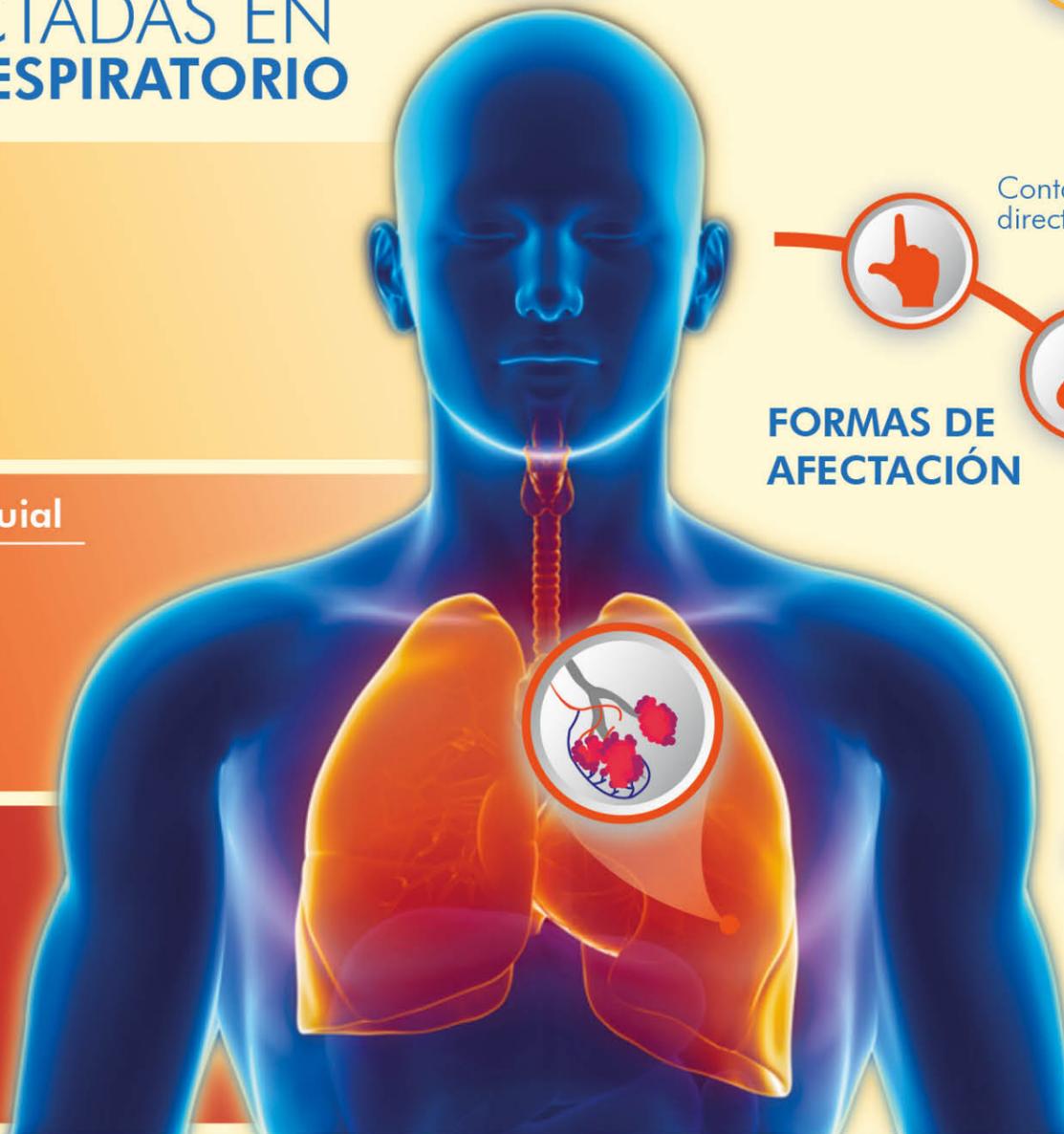
Fracción torácica
Partículas < 10 micras

Región alveolar

- Pulmones
- Alveólos

Fracción respirable
Partículas < 4 micras

Una micra (μ), es la milésima parte de un milímetro



EFFECTOS POR EXPOSICIÓN FRECUENTE



FORMAS DE AFECTACIÓN

¿Qué pasa en los alveólos?

- Las partículas menores a 4 micras se alojan en los alveólos de los pulmones.
- El cuerpo encapsula las partículas como mecanismos de defensa del pulmón.
- Se forma una cicatriz que causa inflamación y reduce la capacidad de respiración.



EN CASO DE ERUPCIÓN VOLCÁNICA

¿QUÉ HACER?



Si habita en áreas cercanas a un volcán, acérquese a las autoridades locales.



Ante la caída de ceniza es necesario cubrir los depósitos de agua y utilice mascarilla o cúbrase la boca y nariz.



Ubique las rutas de evacuación identificadas en la comunidad.



Al momento que ocurra una erupción atienda las recomendaciones de las autoridades y evacúe si es necesario.



Diariamente infórmese de la actividad volcánica en el país.

Luego de ocurrida la erupción y al regresar a su vivienda limpie el techo y las canaletas para evitar que la arena volcánica genere otros daños.

Atienda las recomendaciones de las autoridades.

1

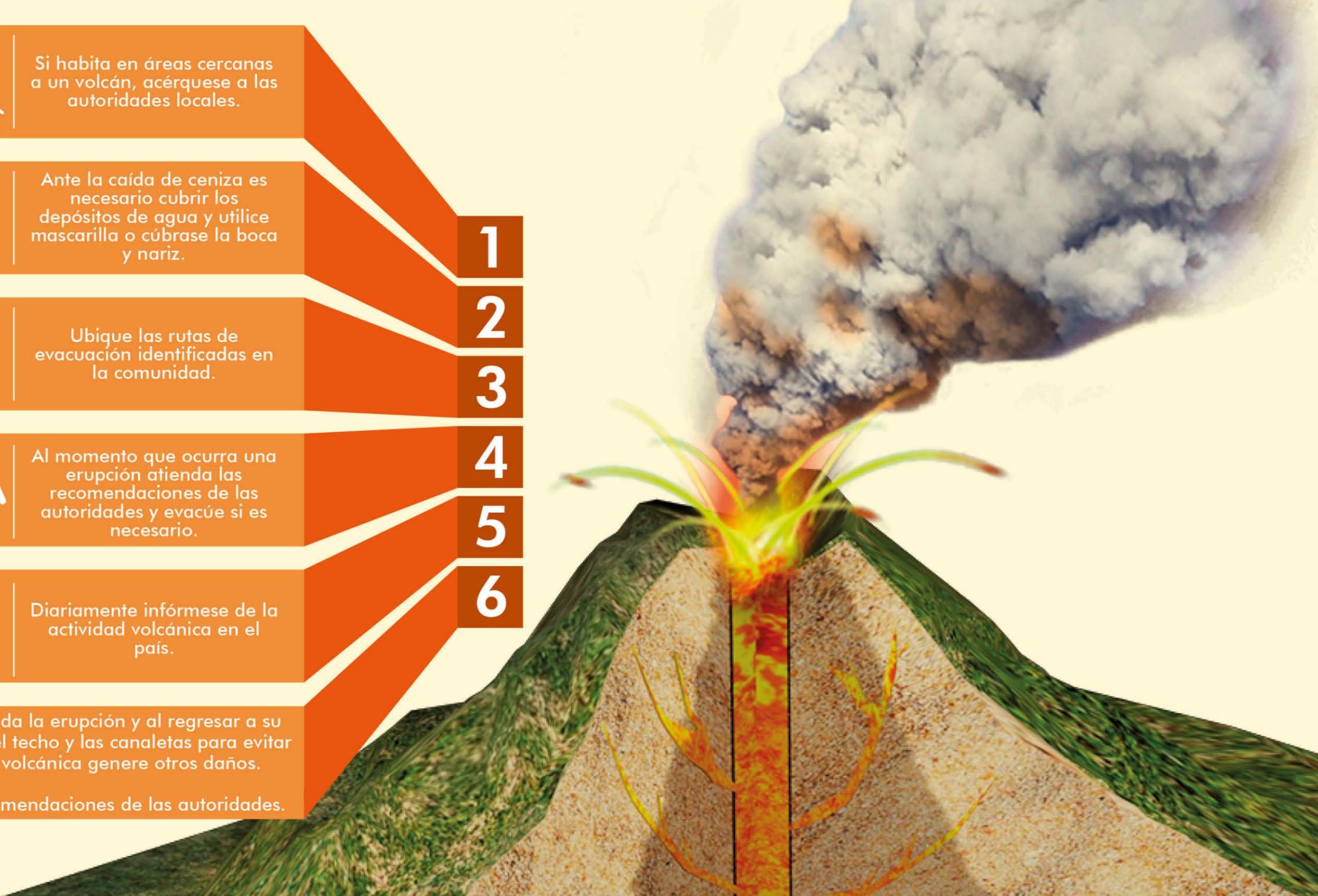
2

3

4

5

6





Historia de Erupciones Volcánicas

Volcanes Activos del Ecuador

*A continuación se presentan los 14 volcanes escogidos como los volcanes activos del Ecuador con su historia, composición y alcance de sus amenazas:

Tabla 12. Volcanes activos en el Ecuador

NOMBRE	MÁXIMO ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA (IEV)	ÚLTIMA ERUPCIÓN	FASES (CONOCIDAS) ACTIVAS DE LOS ÚLTIMOS 15000 AÑOS
Antisana	2	1802	3
Chiles	2	160.000 AC	0
Sangay	3	2013	3
Cayambe	4	1785	22
Chimborazo	4	550 + 150	6
Reventador	4	2013	28
Guagua Pichincha	5	2008	43
Tungurahua	5	2013	32
Cotopaxi	5 a 6	1942	84
Sumaco	3 a 6	1933	3
Cuicocha	5 a 6	650 AC	4
Quilotoa	6	1797	6
Pululahua	6	290 AC	4
Chalupas	7	211.000 AC	0
Aliso	2	2450 AC	1
Chacana	0	1773	4
Chachimbiro	2	3740 AC	1
Imbabura	2	5500 + 500 AC	1
Niñahuilca	5	320+16 AC	4
Soche	5 a 6	6650 AC	1

Fuentes: (Toullkeridis, 2013)

Problemática

En el Ecuador tenemos más de 250 volcanes continentales y casi 3 000 volcanes en las islas Galápagos. La mayoría de los volcanes en las islas Galápagos ni siquiera tienen un nombre. Las poblaciones que viven en los flancos de un volcán activo deben estar conscientes que viven en una zona de latente peligro.

Los efectos de los volcanes en las ciudades y pueblos después de una erupción pueden variar de ningún efecto en absoluto a una catástrofe de magnitud inconmensurable dependiendo del tamaño de la explosión o erupción y las condiciones atmosféricas. Ya ha sucedido antes de que las condiciones atmosféricas eliminen la ceniza de la ciudad. Por otra parte, las mismas condiciones podrían dirigir todos los efectos negativos de lava, cenizas y

material volcánico directamente en la ciudad, causando miles de muertes o lesiones.

Hay varias formas en las que los efectos de los volcanes se pueden palpar en el ambiente, e incluso las erupciones más pequeñas pueden tener un efecto medible. Algunos de los gases que se liberan en el aire, debido a una erupción volcánica, incluyen monóxido de carbono, dióxido de carbono, dióxido de azufre, flúor, cloro, sulfuro de hidrógeno y otros. Los efectos de los volcanes en el medio ambiente dependen de los patrones del clima, la escala global de la erupción y la cantidad de la propagación de los gases de efecto invernadero. Otro de los problemas del medio ambiente es la ceniza que se libera cuando un volcán entra en erupción, dependiendo del tamaño de la erupción podría provocar un invierno volcánico.

Cartografía de Amenazas

*En general, lo más común es la realización de mapas de peligros volcánicos para el caso de un volcán específico, por ejemplo: "Mapa de peligros volcánicos potenciales asociados al volcán Tungurahua". Es menos común la realización de mapas de peligros volcánicos para el caso de una región, zona o población, por ejemplo: "Mapa de peligros volcánicos potenciales de la ciudad de Quito". Sin embargo, los segundos pueden realizarse a partir de los primeros.

Una de las ideas principales a tomar en cuenta es que un mapa de peligros volcánicos debe ser, en la medida de lo posible, un mapa de probabilidades. Es decir que sus resultados deben estar basados en al menos una estimación general de la probabilidad de ocurrencia y distribución espacial de los fenómenos que se desea representar. Así, la cartografía resultante representa "la zona que tiene una determinada probabilidad de ser afectada por un determinado fenómeno volcánico en caso de ocurrir una erupción de características y tamaño determinados (escenario eruptivo)". Se realizan mapas de peligros volcánicos solamente en el caso de que se estime que algún fenómeno volcánico podría afectar directa o indirectamente alguna población, infraestructura, bien o propiedad pública o privada.

Los mapas de peligros se consideran comúnmente como uno de los principales productos de la evaluación de la amenaza volcánica a largo plazo. Su mayor utilidad es para fines de planificación territorial y preparación de planes de contingencia a largo plazo, aunque a veces también se los utiliza para la respuesta en caso de emergencia. La determinación de la proximidad, o de la susceptibilidad de ocurrencia de una erupción volcánica a corto plazo es una tarea diferente, y está relacionada al proceso de vigilancia y monitorización de los volcanes considerados peligrosos.

(Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, 2017)

Principales Pasos Metodológicos

A. Estudios históricos sobre la actividad del volcán.

En la medida de lo posible, se debe obtener la mayor cantidad de información sobre las erupciones históricas del volcán. En dichos documentos es posible encontrar o deducir informaciones más o menos precisas sobre los fenómenos asociados a las erupciones del volcán, como fechas, tiempo de duración, velocidades, zonas afectadas, grado de afectación, etc. En Sudamérica, en general, la historia escrita empieza a finales del siglo XV, con la llegada de los primeros habitantes de origen europeo.

En vista de que los periodos de reposo entre dos erupciones para un volcán pueden ser de entre decenas a miles de años, es muy posible que un volcán activo no cuente con ninguna información histórica.

B. Estudios geológicos detallados sobre la actividad del volcán.

Los estudios geológicos permiten conocer la historia de actividad de un volcán en intervalos de tiempo mucho más amplios que los correspondientes a la historia.

En general, se considera un volcán como potencialmente activo, cuando ha tenido al menos una erupción durante el Holoceno (últimos 12 mil años). Por ello, los estudios geológicos detallados de un volcán deben abarcar al menos este periodo de tiempo. En caso de erupciones históricas, los estudios geológicos de las mismas deberían servir para complementar las informaciones escritas por observadores que tal vez tenían poca experiencia en volcanología. Los estudios geológicos de las erupciones deben en lo posible abarcar los siguientes aspectos: estratigrafía, geocronología, cartografía (3D), petrografía.

C. Definición de los "escenarios eruptivos" del volcán.

A partir de la información obtenida en los dos pasos anteriores, se debe proceder a definir los "escenarios eruptivos del volcán". Estos escenarios corresponden a una detallada descripción cualitativa y cuantitativa de: 1) los tipos de erupciones más comunes en el volcán (por ejemplo, efusiva o explosiva, o también en función del Índice de explosividad volcánica - VEI); 2) los fenómenos asociados a cada escenario. Es importante que se defina al menos de forma cualitativa la probabilidad de ocurrencia de cada escenario y de cada fenómeno, a mediano y largo plazo (años a décadas). Una vez definidos los escenarios, se debe proceder a seleccionar aquel o aquellos que serán presentados en el mapa de peligros. Por lo general, se selecciona un escenario pesimista ("el peor escenario") que normalmente corresponde a una "erupción grande, pero menos probable", y un segundo escenario optimista que corresponde a un escenario de "erupción pequeña, pero más probable". En cualquier caso, la descripción cuantitativa de los fenómenos asociados a un escenario debe incluir al menos informaciones como: su cartografía geológica, sus volúmenes (cartografía 3D) y su frecuencia.



D. Simulación numérica (computarizada) de los escenarios del mapa.

A partir de las informaciones correspondientes a los escenarios seleccionados, se procede a realizar simulaciones numéricas (computarizadas) de cada uno de los fenómenos bajo condiciones actuales de ocurrencia (por ejemplo, la topografía actual, las condiciones climáticas recientes, etc). Como se había indicado al inicio, la variedad de los fenómenos que pueden ocurrir en una erupción, así como el grado de conocimiento que se tiene sobre los factores que controlan a cada fenómeno, hace que esta parte de la metodología sea la que menos estándares puede aplicar.

No existe por el momento un modelo numérico único que permita simular todos los fenómenos asociados a una erupción, por lo que este paso debe llevarse a cabo de forma individual, fenómeno por fenómeno. En todo caso, para la simulación numérica de un fenómeno se debe identificar los principales factores de naturaleza aleatoria (o altamente variables) que lo controlan, con el fin de realizar las simulaciones en función de ellos. Por ejemplo, en el caso de la acumulación de ceniza volcánica, las condiciones del viento (altura, velocidad y dirección) tienen un rol muy importante y pueden ser altamente variables a mediano y largo plazo. Entonces, las simulaciones deben tener en cuenta este factor y, al final, la cartografía obtenida representará una probabilidad de afectación del fenómeno en función de dichas variables.

E. Comparación entre las simulaciones y el prototipo real.

Los resultados obtenidos mediante las simulaciones numéricas deben ser comparados con las observaciones geológicas detalladas. Esto permite validar los resultados obtenidos, así como identificar posibles modificaciones o calibraciones necesarias en el modelo numérico con el fin de que se reproduzcan de mejor manera las observaciones geológicas. En caso de que sean necesarios ajustes o modificaciones del modelo numérico, será necesario repetir las simulaciones numéricas hasta que se llegue a resultados que se consideren aceptables.

F. Síntesis de los resultados y representación final.

Igual que para la simulación numérica, este paso metodológico carece de estándares a ser aplicados, si bien existen muchos procedimientos que pueden aplicarse (Slocum, 1999; Dent et al., 2009). En general, debe entenderse por "síntesis de los resultados" a algún proceso que permita simplificar y generalizar los resultados obtenidos en los dos pasos anteriores. Esto se debe a que muchas veces las simulaciones numéricas arrojan resultados que, de ser presentados en bruto, podrían provocar problemas de comprensión o logísticos en los futuros usuarios del mapa. Por ejemplo, algo típico es que los límites obtenidos en las simulaciones presentan sinuosidades de pequeña escala, las cuales es preferible eliminar. Igualmente, la síntesis final de los resultados debe en lo posible tener en cuenta el grado de incertidumbre que siempre está asociada a las

simulaciones numéricas y al conocimiento geológico. En fin, en la síntesis de los resultados debe tomarse en cuenta lo que se mencionó al inicio: los límites obtenidos deben representar "las zonas que tiene una determinada probabilidad de ser afectada por un determinado fenómeno volcánico en caso de ocurrir una erupción de características y tamaño determinado (escenario eruptivo)".

Respecto a la representación final, en general, se requiere que el mapa muestre las zonas de potencial afectación representadas de tal forma que sean lo más fácil y correctamente comprendidas por el usuario. Respecto a cómo conseguir esto, se pueden encontrar algunas sugerencias en el trabajo de Thompson et al. (2015). En todo caso, el producto final deseable tendría la forma de una o varias capas geoespaciales vectoriales de polígonos (por ejemplo, un archivo de tipo shapefile), en donde consten atributos que permitan identificar, al menos, el volcán, el escenario eruptivo correspondiente y el/los fenómenos que se están representando en cada polígono. Además es imprescindible que el mapa final vaya acompañado de una memoria técnica en la que se presenten todos los detalles correspondientes a los pasos A, B, C y D.

Si el mapa tiene por objetivo la planificación territorial a mediano y largo plazo, se recomienda utilizar escalas 1: 25 000, 1: 50 000 o 1: 100 000, aunque la cartografía de ciertos fenómenos, como la caída de ceniza, a veces requiere escalas más grandes (p.e. 1: 1 000 000). Si el mapa tiene por objetivo la planificación de la respuesta a la emergencia a corto plazo, se recomienda utilizar escalas 1: 25 000, 1: 10 000 o 1: 5 000.

Limitaciones de la Metodología

Para terminar, es importante reconocer que, por diferentes motivos, no siempre es posible cumplir con todos los pasos metodológicos presentados arriba, en especial con respecto a los pasos A, B y D. Respecto al paso A (Estudios históricos), como ya se había mencionado, debido a que los periodos de reposo entre dos erupciones para un volcán pueden ser del orden de los milenios, es muy posible que un volcán activo no cuente con ninguna información histórica. De darse el caso, este paso simplemente

debe ser obviado y realizar todo el esfuerzo investigativo posible en el paso B.

Respecto al paso B (Estudios geológicos), no siempre es posible contar con todas las informaciones detalladas sobre la geología de los volcanes, ya que pueden encontrarse en zonas inaccesibles o porque las evidencias de ciertas erupciones han sido borradas por la erosión. En este caso, el consecuente proceso de definición de los escenarios eruptivos tiene que pasar por la utilización de ejemplos análogos al volcán en cuestión. Es decir, se deben buscar casos de volcanes similares cuyas erupciones y escenarios eruptivos sean bien conocidas y se los debe adaptar al volcán en cuestión.

Respecto al paso D (Simulación numérica), no siempre es posible contar con las suficientes herramientas, tanto tecnológicas como informáticas, como para realizar las simulaciones numéricas de todos los fenómenos asociados a un escenario. En ese caso, se recomienda en el paso E (Comparación) al menos hacer una síntesis de las informaciones geológicas del prototipo real, con el fin de obtener la representación cartográfica del peligro. Es decir, la cartografía final correspondería a un mapa geológico sintetizado.

Haciendo uso de esta metodología se hizo la evaluación de riesgos de 15 volcanes.



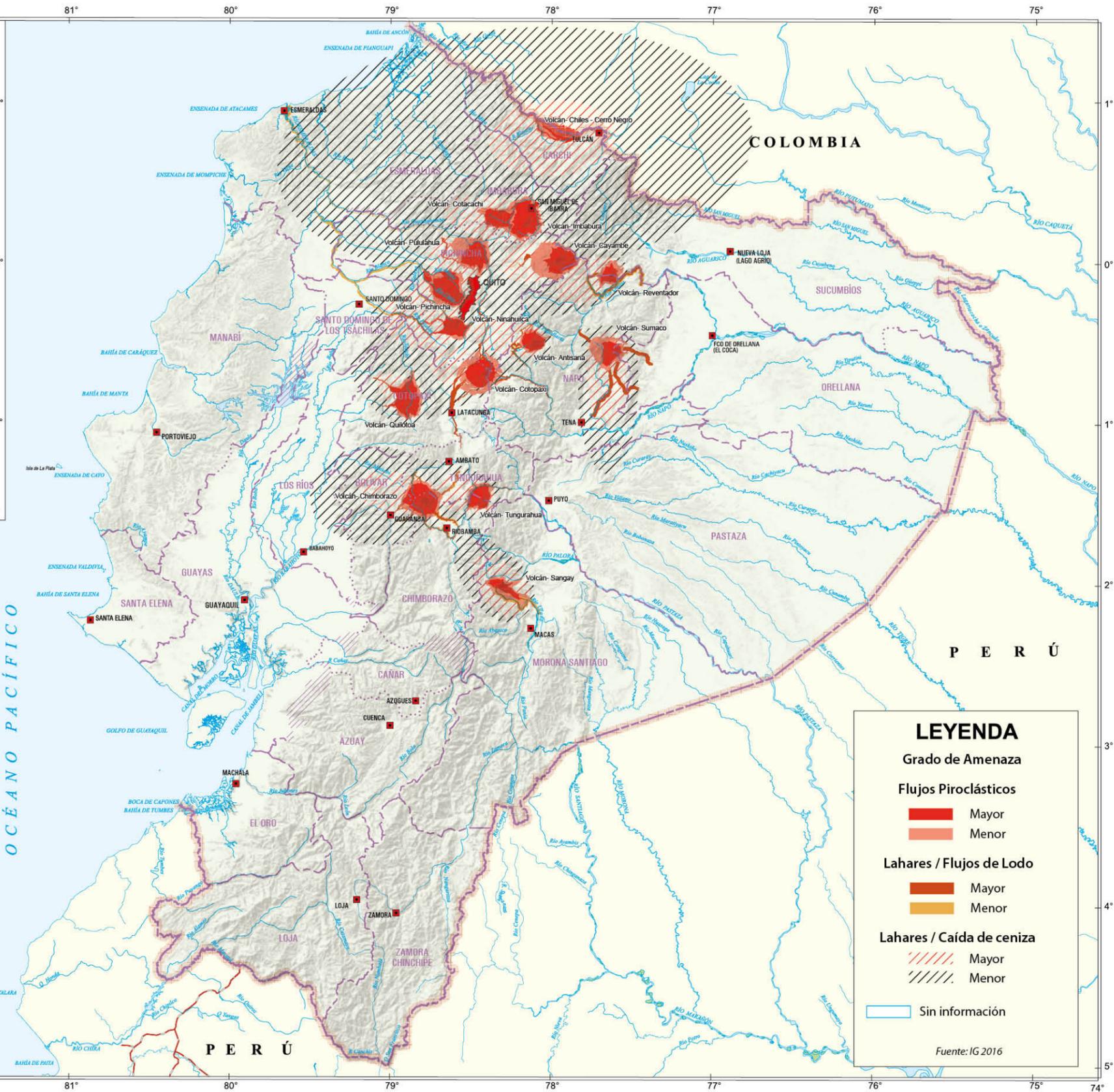
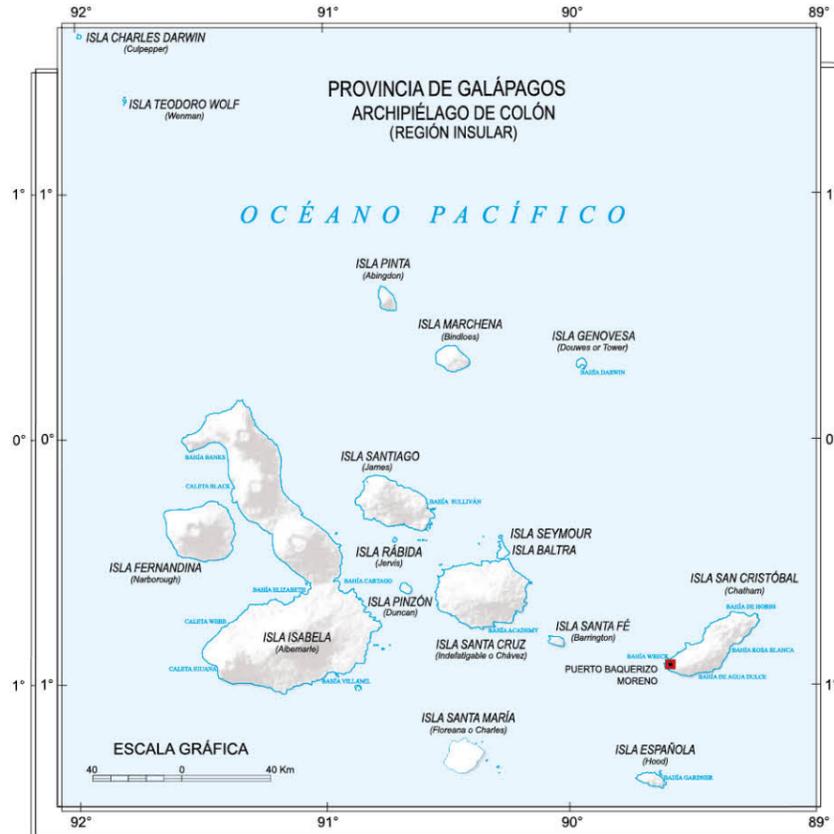
Erupción estromboliana del volcán Tungurahua (foto: E. Gaunt - OVTIGEPN)

Estructuración de la metodología síntesis de los resultados y representación final.





Mapa de Amenazas Volcánicas del Ecuador.



SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA	LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE	LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE	LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
RÍO PERENNE	ÁREA DE ESTUDIO	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIÓ EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILÓMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

UTM ZONA 17	DATUM HORIZONTAL WGS 84	GEODÉSICAS
1 (9616580 N - 804540 E): 03°27'53.811" S - 78°15'33.272" W		
2 (9616580 N - 805540 E): 03°27'53.523" S - 78°15'00.800" W		
3 (9616580 N - 805540 E): 03°28'26.054" S - 78°15'00.800" W		
4 (9616580 N - 804540 E): 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W		

LEYENDA

Grado de Amenaza

Flujos Piroclásticos

- Mayor
- Menor

Lahares / Flujos de Lodo

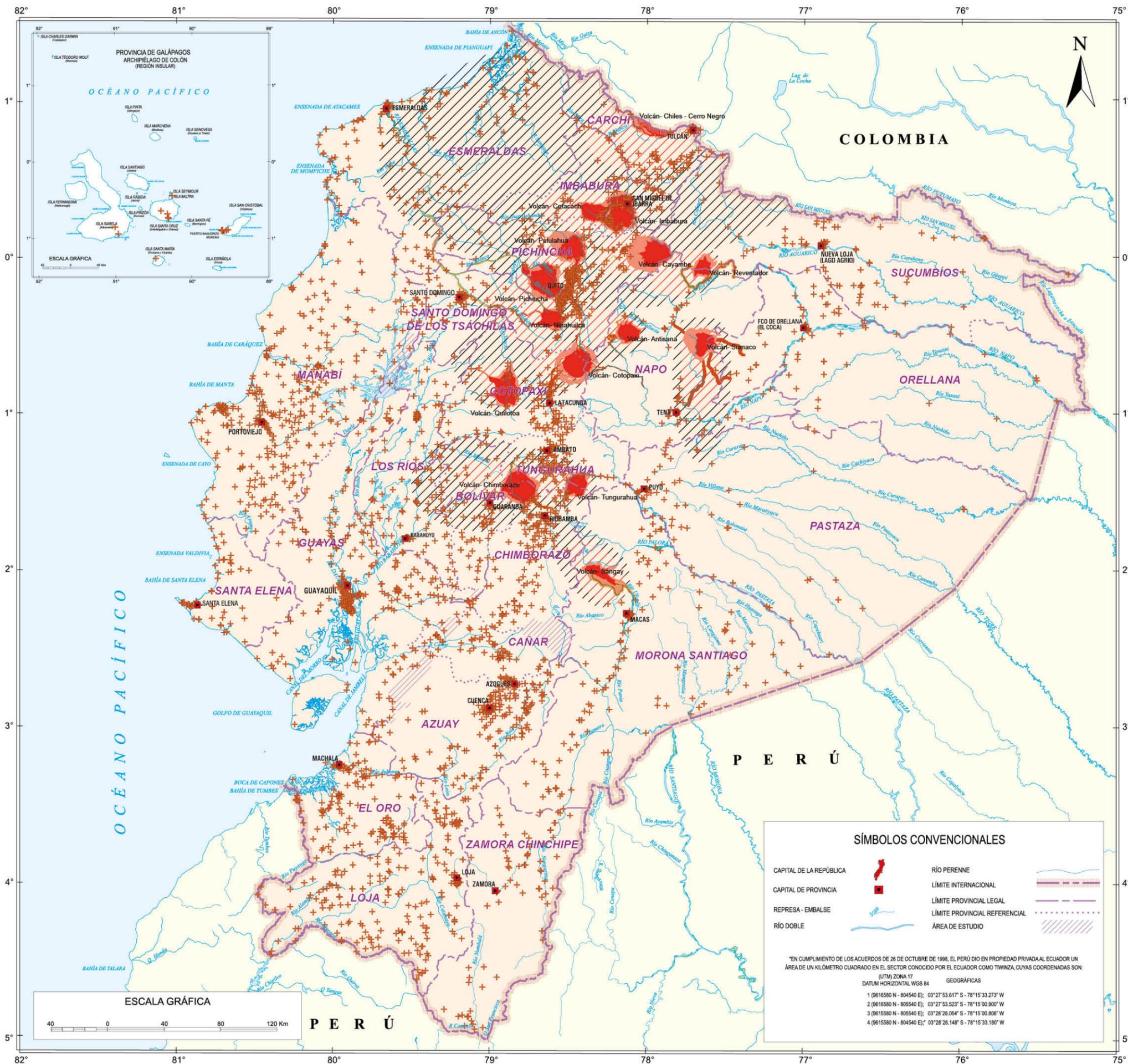
- Mayor
- Menor

Lahares / Caída de ceniza

- Mayor
- Menor

Sin información

Fuente: IG 2016



Mapa de Infraestructura de Salud Expuesta a Amenazas Volcánicas

LEYENDA

Recursos Salud
+ Infraestructura de Salud

Grado de Amenaza

Flujos Piroclásticos
 Mayor
 Menor

Lahares / Flujos de Lodo
 Mayor
 Menor

Lahares / Caída de ceniza
 Mayor
 Menor

Sin información

Infraestructura de Salud Expuesta a Amenazas Volcánicas

28% Afectado 72% Sin afectación

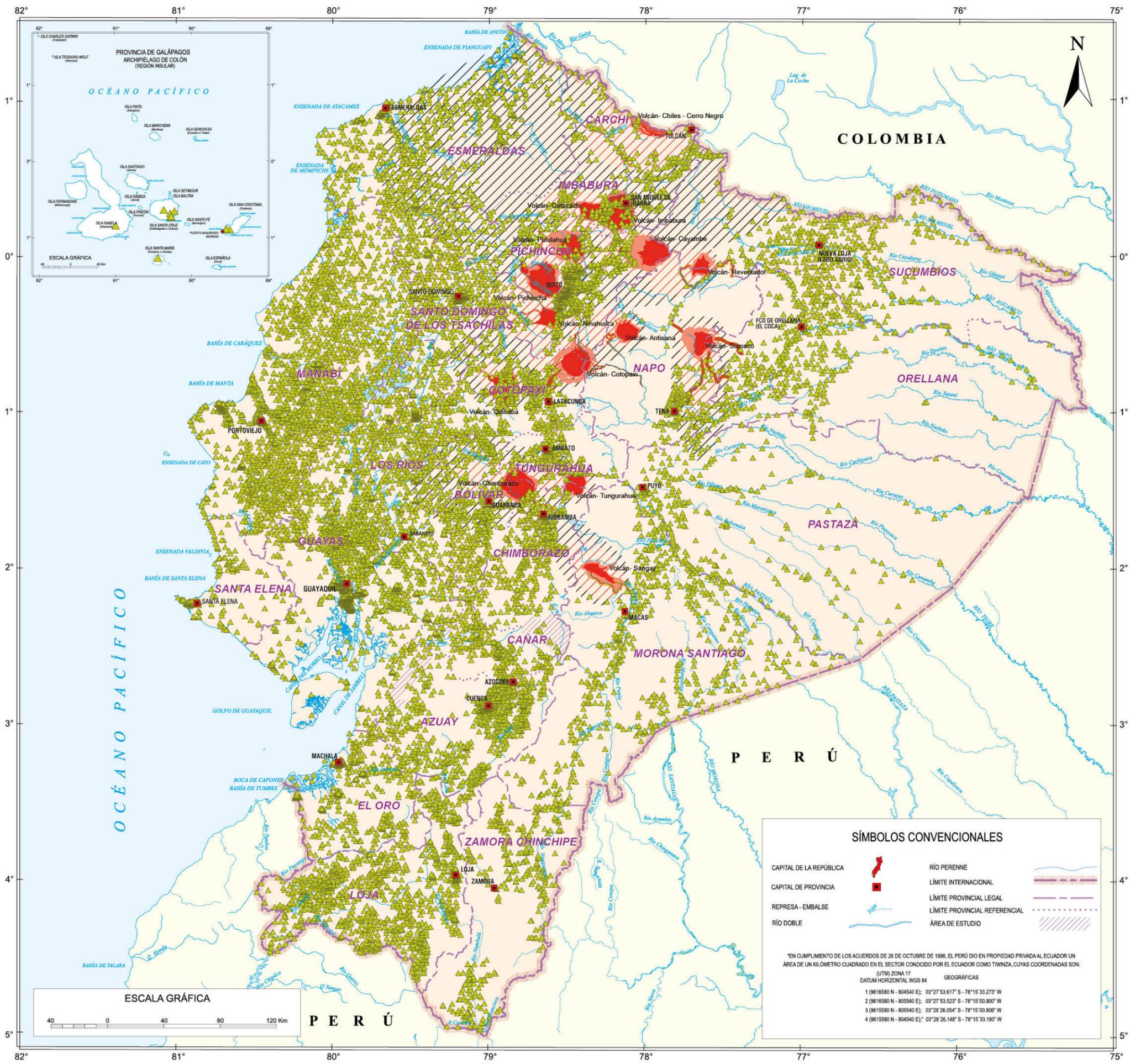
Nota: El análisis se hace con el número de habitantes a nivel parroquial

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:
 (UTM) ZONA 17
 DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS
 1 (9616580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
 2 (9616580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
 3 (9616580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
 4 (9616580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W

Fuente: <http://cidbimena.desastres>, 2006



Mapa de Infraestructura Educativa Expuesta a Amenazas Volcánicas

LEYENDA

Recursos Educativos
▲ Infraestructura Educativa

Grado de Amenaza

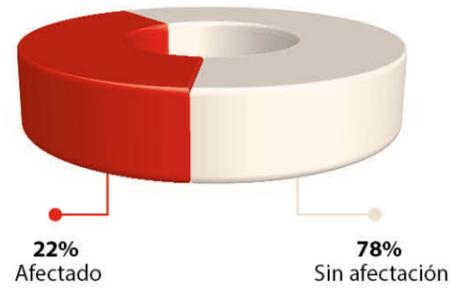
Flujos Piroclásticos
■ Mayor
■ Menor

Lahares / Flujos de Lodo
■ Mayor
■ Menor

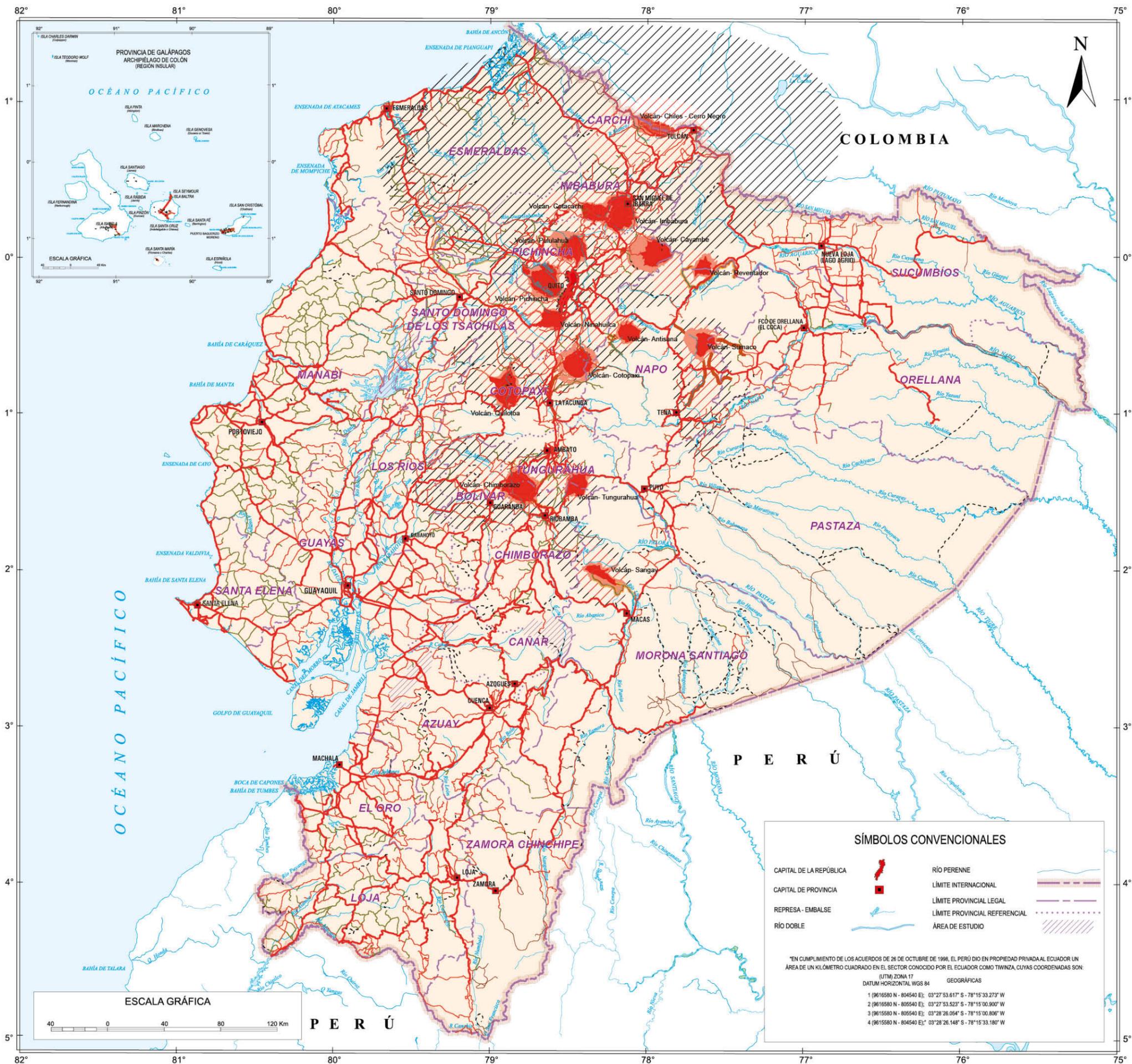
Lahares / Caída de ceniza
▨ Mayor
▨ Menor

□ Sin información

Infraestructura Educativa Expuesta a Amenazas Volcánicas



Fuente: INSTITUTO GEOFÍSICO 2016, MUNEDU2016



Mapa de Infraestructura Vial Expuesta a Amenazas Volcánicas

LEYENDA

Infraestructura Vial

- Rodera
- Sendero
- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada
- Carretera verano

Grado de Amenaza

Flujos Piroclásticos

- Mayor
- Menor

Lahares / Flujos de Lodo

- Mayor
- Menor

Lahares / Caída de ceniza

- Mayor
- Menor

Sin información



Fuente: IGM 2016, INSTITUTO GEOFÍSICO 2016

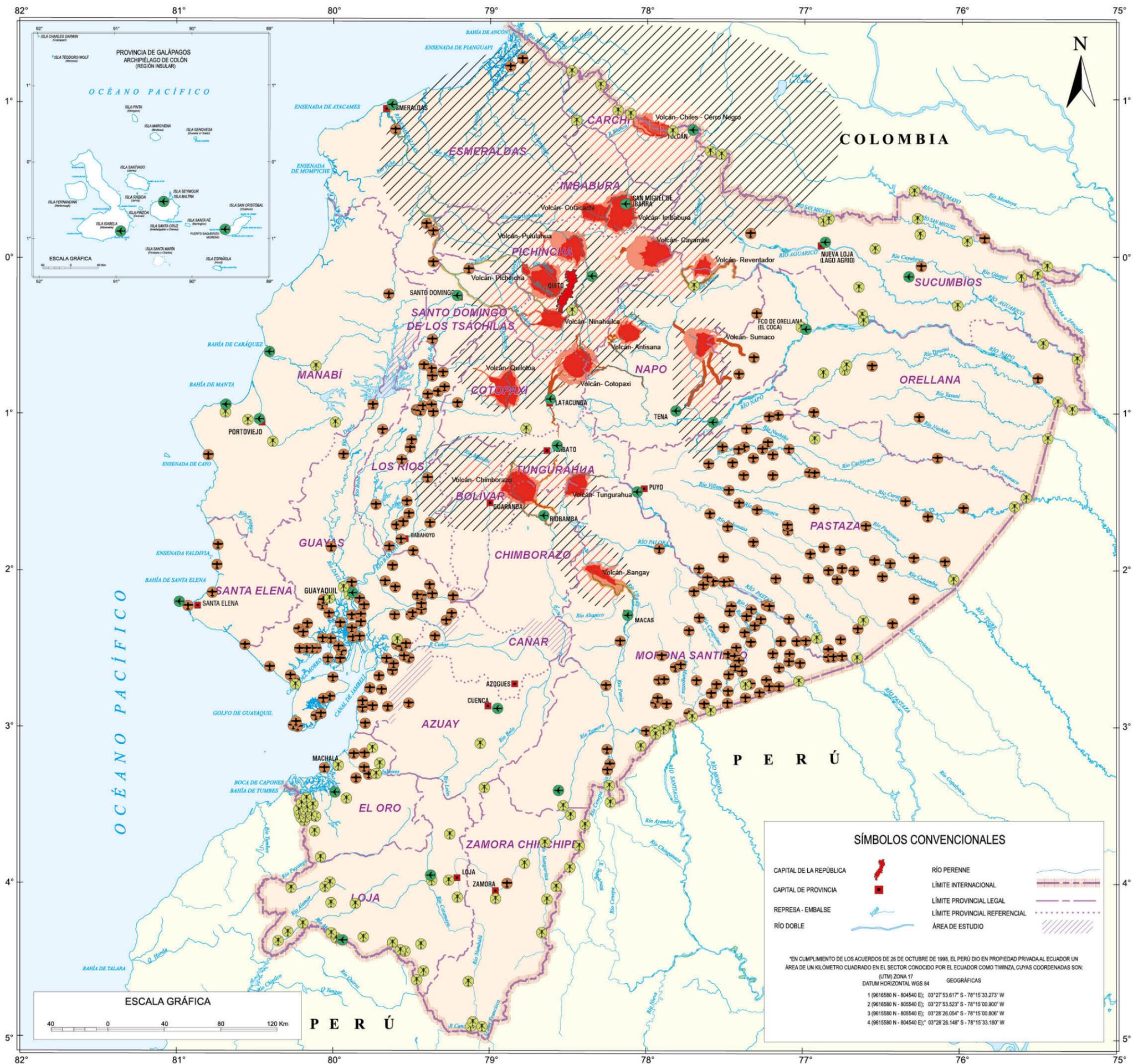
SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17
DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

1 (9615580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
2 (9615580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
3 (9615580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
4 (9615580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W



Mapa de Infraestructura Aeronáutica Expuesta a Amenazas Volcánicas

LEYENDA

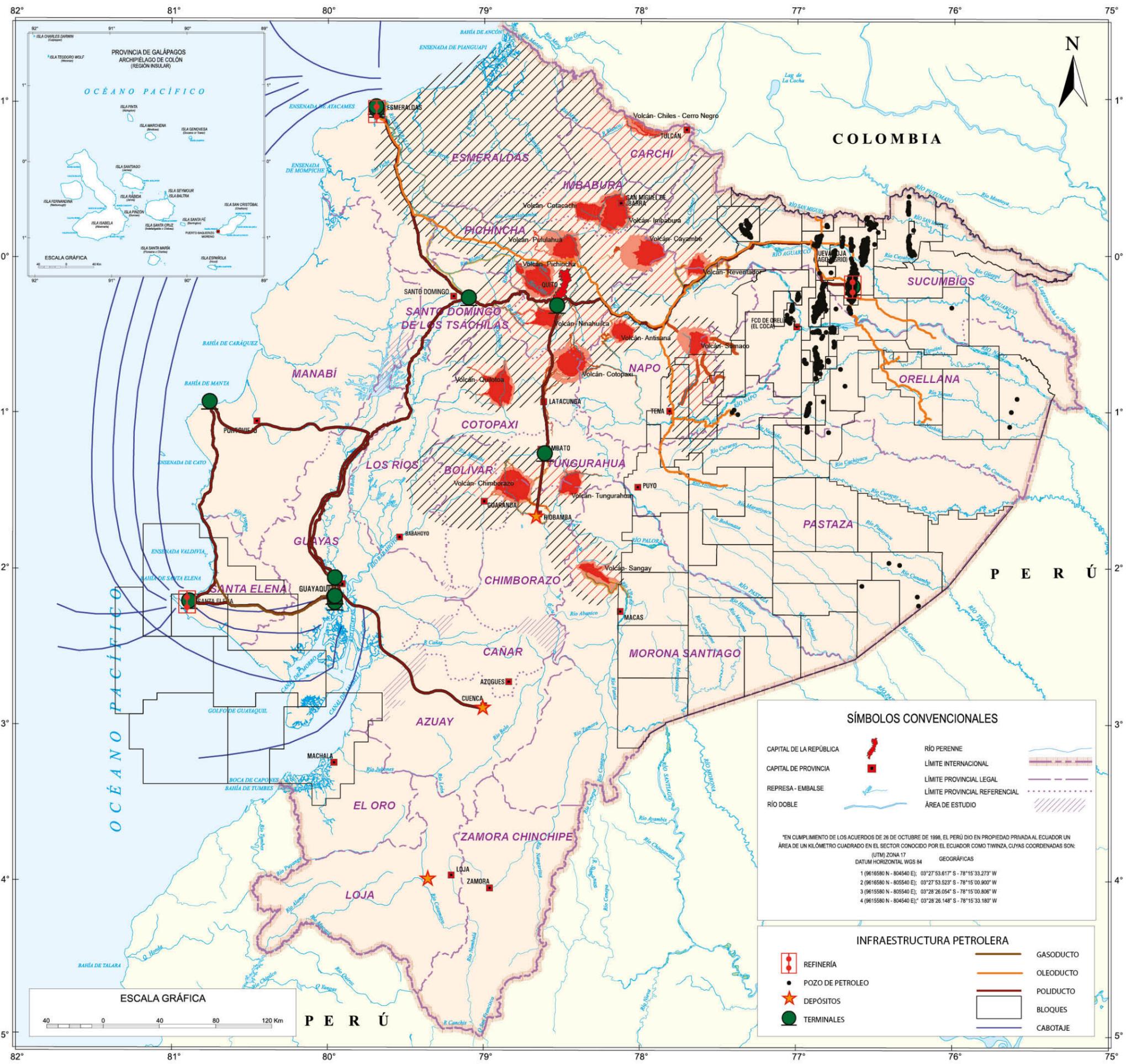
- Infraestructura Aeronáutica**
 - Aeropuerto
 - Helipuerto
 - Pista
- Grado de Amenaza**
 - Flujos Piroclásticos
 - Mayor
 - Menor
 - Lahares / Flujos de Lodo
 - Mayor
 - Menor
 - Lahares / Caída de ceniza
 - Mayor
 - Menor
- Sin información

Infraestructura Aeronáutica Expuesta a Amenazas Volcánicas

6% Afectada 94% Sin afectación

Fuente: <https://www.larepublica.ec/>, 2011

Fuente: DAC 2012, INSTITUTO GEOFÍSICO 2016



Mapa de Infraestructura Petrolera Expuesta a Amenazas Volcánicas

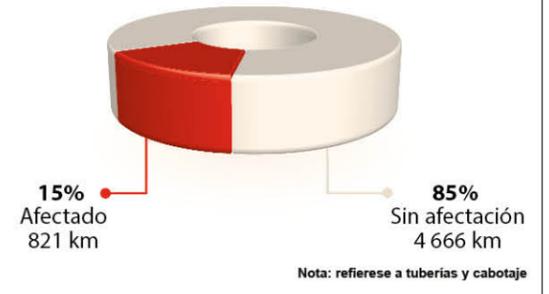
LEYENDA

- Grado de Amenaza**
- Flujos Piroclásticos: Mayor (Red), Menor (Orange)
 - Lahares / Caída de ceniza: Mayor (Red hatched), Menor (Orange hatched)
 - Lahares / Flujos de Lodo: Mayor (Dark Orange), Menor (Light Orange)
 - Sin información (Blue outline)

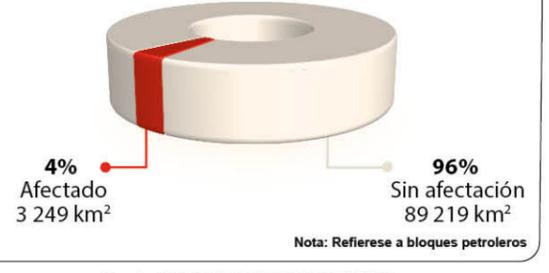
Infraestructura Petrolera Expuesta a Amenazas Volcánicas



Longitud de Infraestructura Petrolera Expuesta a Amenazas Volcánicas



Superficie de Infraestructura Petrolera Expuesta a Amenazas Volcánicas



SÍMBOLOS CONVENCIONALES

CAPITAL DE LA REPÚBLICA	RÍO PERENNE	LÍMITE INTERNACIONAL
CAPITAL DE PROVINCIA	LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL
REPRESA - EMBALSE	ÁREA DE ESTUDIO	
RÍO DOBLE		

"EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TIMINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

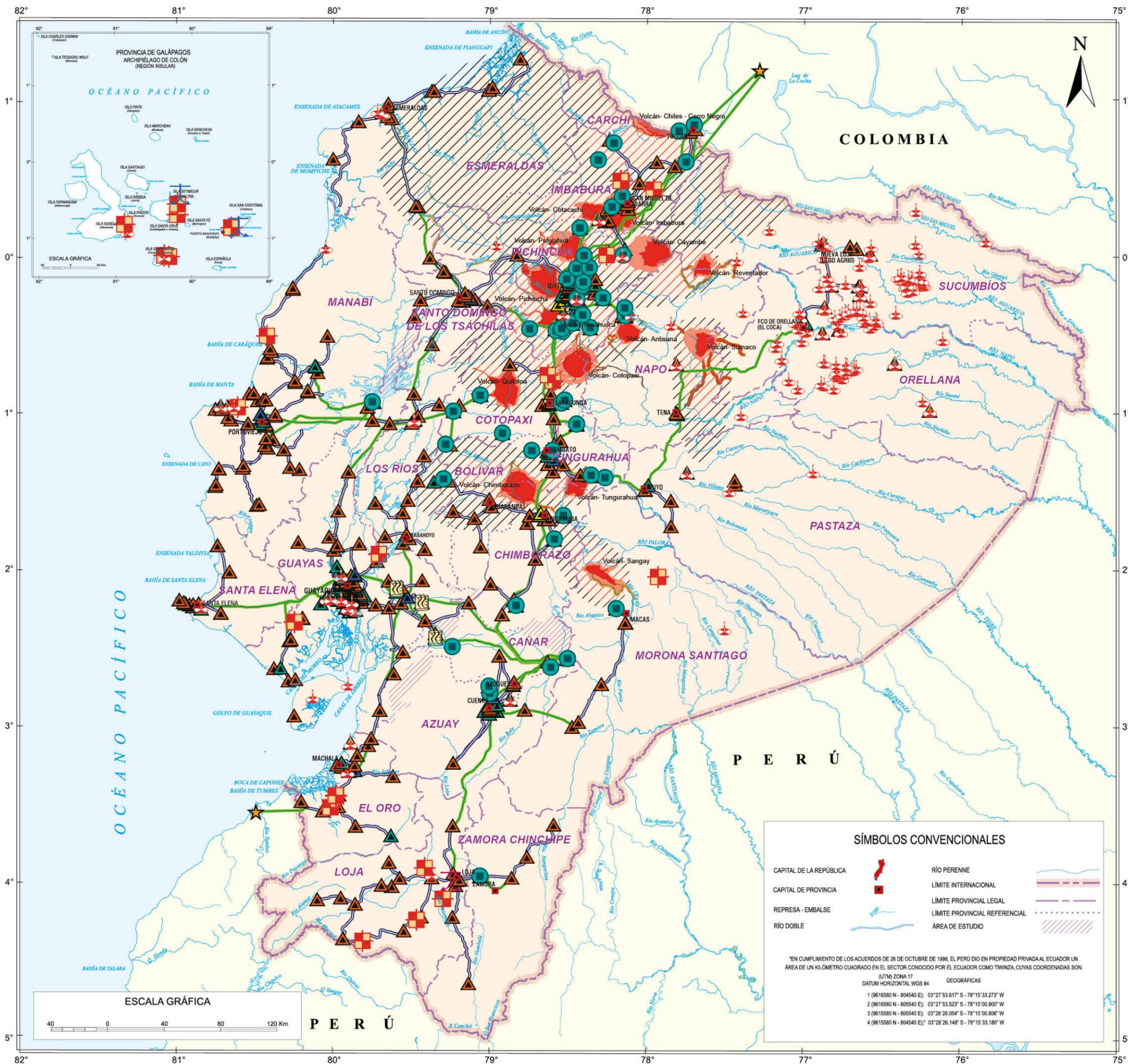
(UTM) ZONA 17
DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

1 (9616580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
2 (9616580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
3 (9615580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
4 (9615580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W

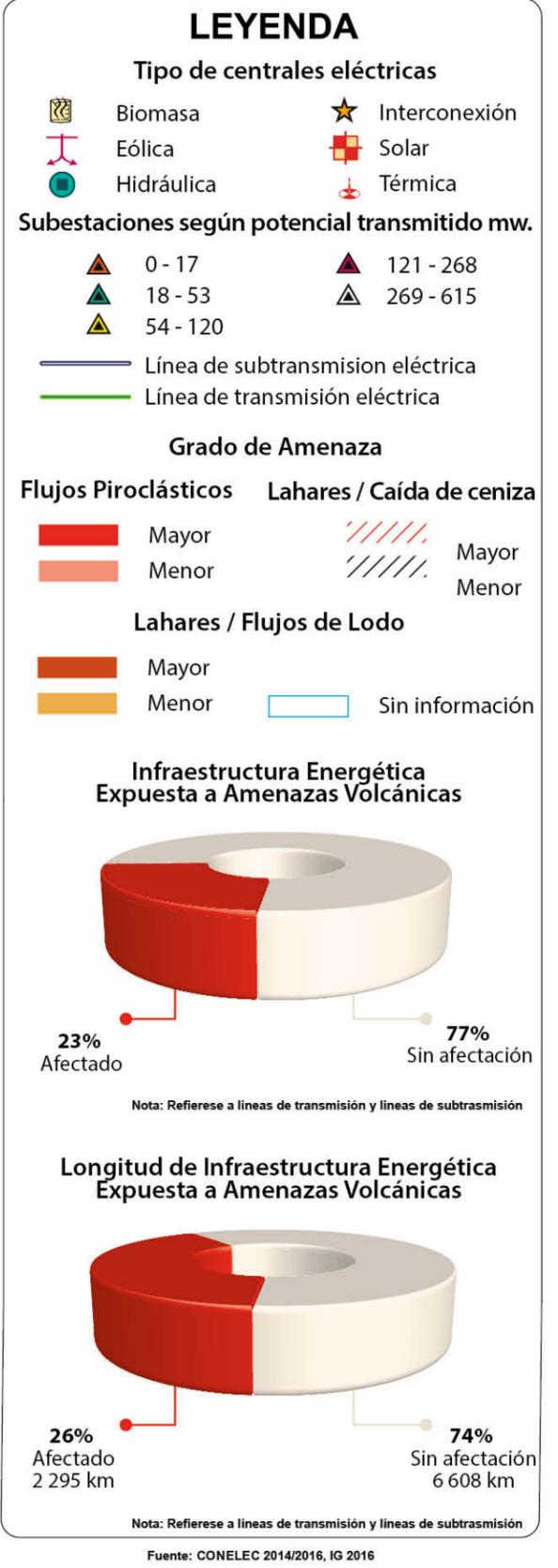
INFRAESTRUCTURA PETROLERA

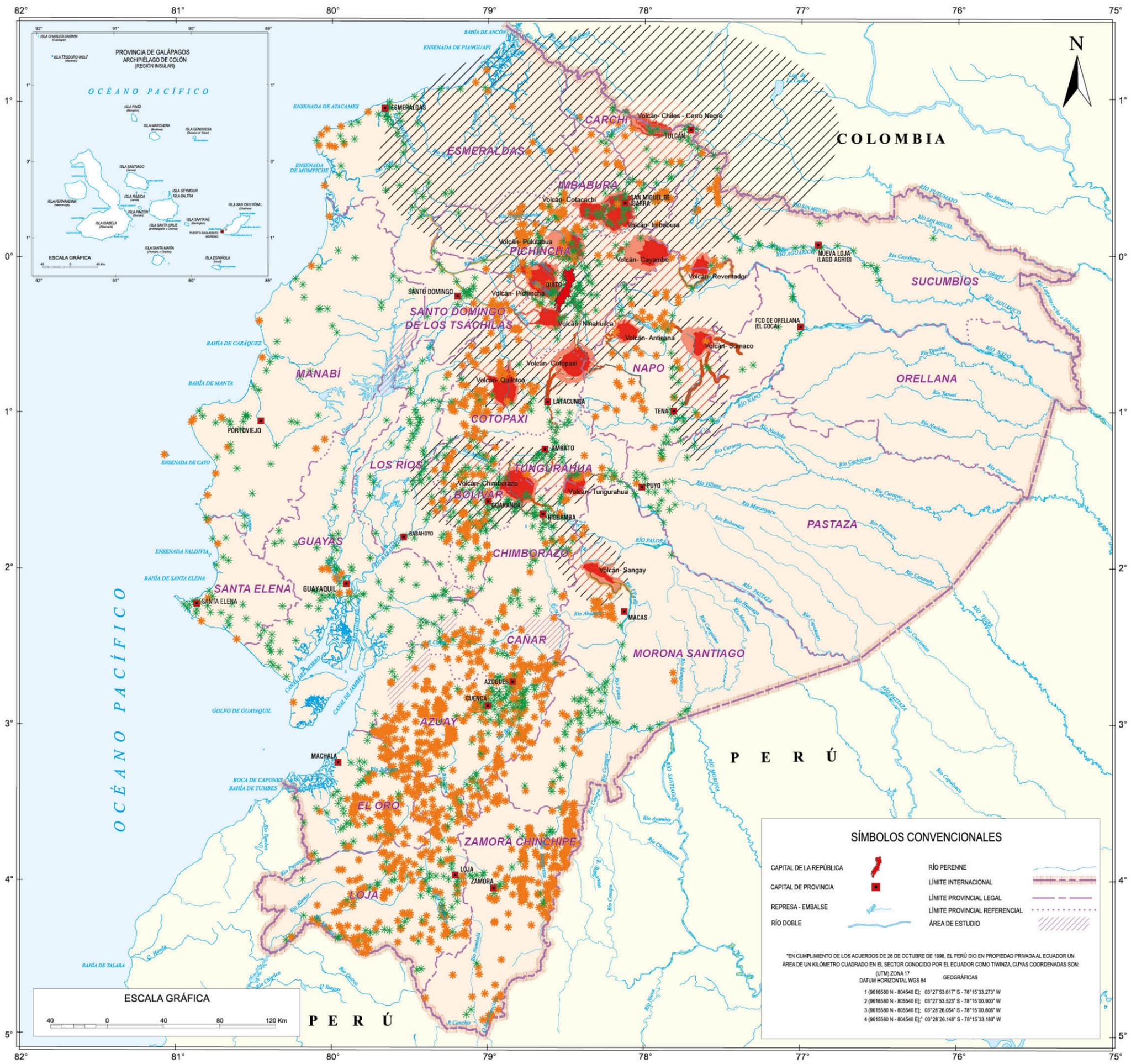
REFINERÍA	GASODUCTO
POZO DE PETROLEO	OLEODUCTO
DEPÓSITOS	POLIDUCTO
TERMINALES	BLOQUES
	CABOTAJE

Fuente: PETROECUADOR 2012/2015, IG 2016



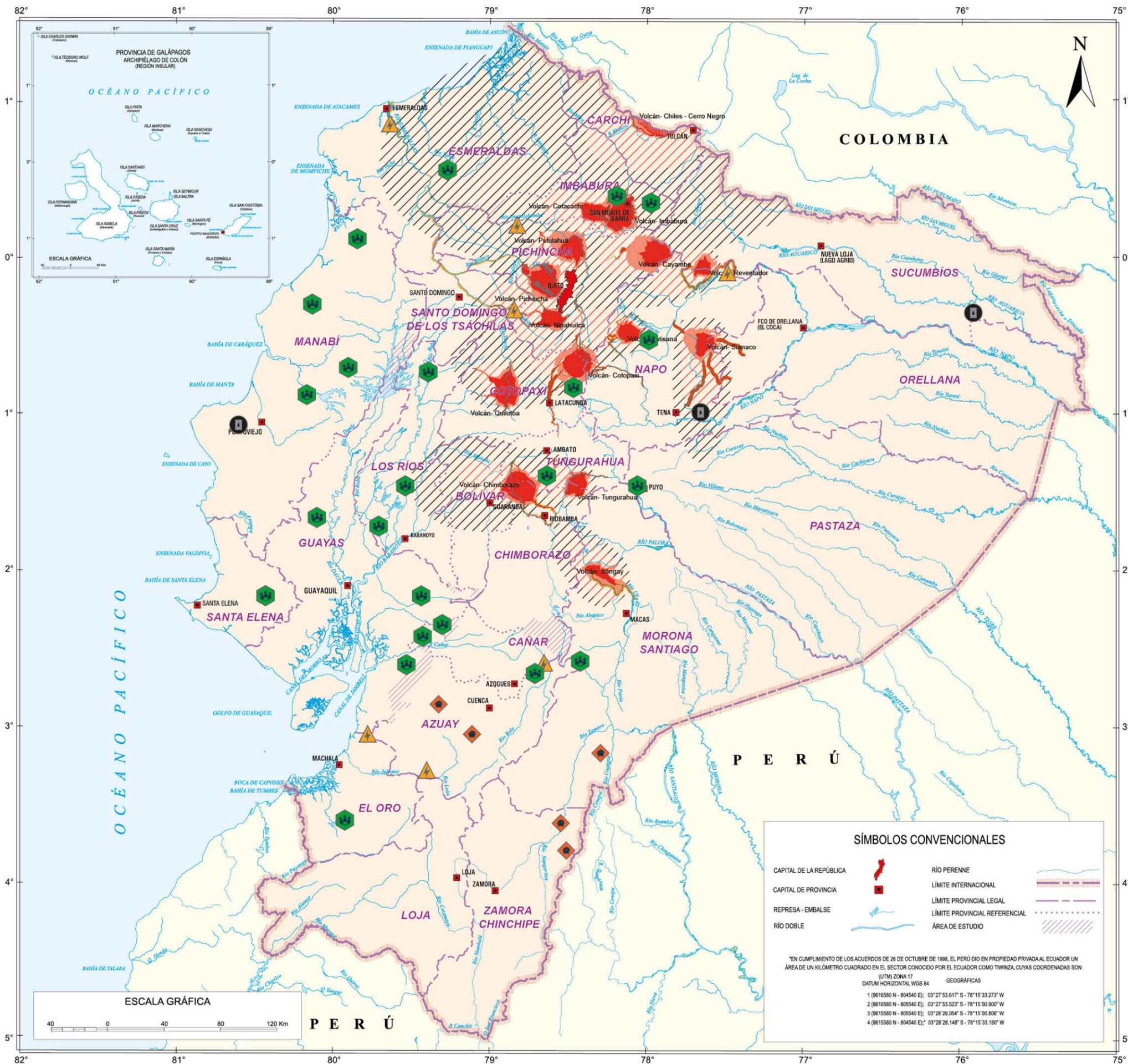
Mapa de Infraestructura Energética Expuesta a Amenazas Volcánicas





Mapa de Recursos Mineros Expuestos a Amenazas Volcánicas





Mapa Megaproyectos Expuestos a Amenazas Volcánicas

LEYENDA

Megaproyectos

- Electricidad
- Hidrocarburo
- Minería
- Multipropósito

Grado de Amenaza

Flujos Piroclásticos

- Mayor
- Menor

Lahares / Flujos de Lodo

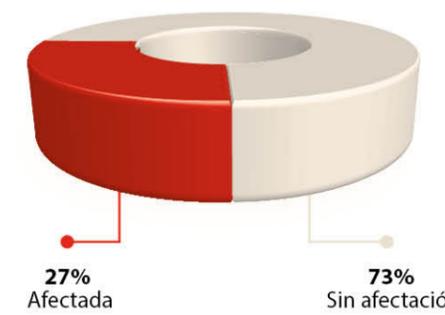
- Mayor
- Menor

Lahares / Caída de ceniza

- Mayor
- Menor

Sin información

Infraestructura de Megaproyectos Expuesta a Amenazas Volcánicas



Se refiere a: Proyectos de electricidad, hidrocarburo, minería y multipropósito

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

- | | | | |
|-------------------------|--|-------------------------------|--|
| CAPITAL DE LA REPÚBLICA | | RÍO PERENNE | |
| CAPITAL DE PROVINCIA | | LÍMITE INTERNACIONAL | |
| REPRESA - EMBALSE | | LÍMITE PROVINCIAL LEGAL | |
| RÍO DOBLE | | LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL | |
| | | ÁREA DE ESTUDIO | |

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:
 (UTM) ZONA 17
 DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS
 1 (961580 N - 804540 E); 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
 2 (961580 N - 805540 E); 03°27'53.523" S - 78°15'00.900" W
 3 (961580 N - 805540 E); 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
 4 (961580 N - 804540 E); 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W

LOS EVENTOS ANTRÓPICOS

Los eventos de carácter antrópico, dentro de este Atlas, se limitan únicamente a los incendios forestales.



INCENDIOS

Los incendios forestales son fenómenos que se presentan cuando uno o varios materiales combustibles localizados en bosques, selvas, pastizales y otro tipo de zonas con vegetación son consumidos sin control por el fuego, el mismo que puede expandirse muy fácilmente sobre áreas extensas dependiendo de varias condiciones climatológicas, de topografía, de nivel de humedad, de cantidad de oxígeno y de combustible.

Un incendio forestal puede iniciarse casi en cualquier lugar y en cualquier momento. La mayoría ocurren cuando el clima es seco y caliente, pero esto no quiere decir que no se presente en otras zonas. De la misma manera, hay incendios que son provocados por los seres humanos con y sin intencionalidad. Este tipo de eventos destruyen grandes extensiones de bosques, vida vegetal y animal. Cuando un incendio forestal quema toda la vegetación de un área específica, debilita el contenido de materia orgánica del suelo y dificulta que éste absorba el agua; como resultado, puede iniciarse un proceso de erosión, los animales y los seres humanos no escapan de los efectos en su vida o su salud.

Dentro de su ciclo natural, los incendios forestales, también tienen un beneficio ambiental puesto que devuelven al suelo los nutrientes después de la descomposición de la materia orgánica, eliminan las plantas con plagas que pueden afectar a otras y permiten que la luz solar llegue al suelo con todo su poder, lo que ocasiona la germinación de las semillas y el inicio de una nueva generación vegetal. La mayoría de los incendios forestales se deben al descuido y a la irresponsabilidad humana, se conoce que 4 de cada 5 incendios forestales son provocados por el ser humano (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2017). Para concluir, este es un fenómeno que ocurre con mayor frecuencia debido a la acción del ser humano y que al encontrar condiciones ideales, se propaga rápidamente y provoca problemas en el control de los eventos, generando diversos impactos ambientales.

Historia de Incendios Forestales

Las alteraciones climáticas como bajas precipitaciones, sistemas de altas presiones, incidencias de vientos; así como las malas prácticas del manejo de la tierra, la negligencia o la quema intencionada de vegetación, entre otros factores constituyen las causas principales de los incendios forestales que conllevan a un impacto ambiental muy considerable en el Ecuador durante los últimos años.

*Información dispersa proveniente de las oficinas forestales del país, indican que se registró 1093 flagelos de incendios forestales entre 1981 y 1992, que afectaron un total de 33 152,65 hectáreas de las cuales 23 152,42 hectáreas corresponden a bosque primario, es decir 70,13%; 3545,48 hectáreas corresponden a bosque secundario; 2512,66 hectáreas de pastizales, 2014,23 hectáreas de plantaciones

INCENDIOS

SEÑALES
CAUSAS
QUÉ HACER

CAUSAS



► **ACCIDENTALES**
Transporte terrestre, aéreo y colapso de líneas eléctricas.



► **INTENCIONALES**
Tala ilegal, conflicto entre comunidades.



► **NATURALES**
Caída de rayos o erupciones volcánicas.



► **NEGLIGENCIA**
Quemas no controladas, cigarrillos encendidos y fogatas.



EFFECTOS



¿QUÉ HACER?



Aléjate a un área libre en dirección opuesta al humo.



Cubre nariz y boca con un trapo húmedo.



Si no puedes huir, cúbrete con la tierra.



No intentes cruzar las llamas.



Si se prende tu ropa, rueda en el suelo tapando tu rostro.



Maneja despacio y espera a que el humo se disipe.



forestales; 795,90 hectáreas de cultivos y 1031,96 hectáreas de pajonales (Secretaría de Ambiente de Quito, 2013).

Loja es la provincia con mayor grado de afectación causada por incendios forestales, así el número de sucesos registrados en el periodo de estudio (1981-1992), fue de 614, afectando una superficie de 10 597,85 hectáreas, seguido de la provincia de Pichincha con 315 incendios y una superficie afectada de 1235,39 hectáreas.

En el año 2000, la provincia de Loja, registro 85 incendios que afectaron 4884,49 ha.; en tanto que para el año 2001 la Unidad Operativa de Prevención y Control del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Quito, reportó 892 incendios afectando una superficie de 1077 hectáreas.

Se registraron incendios excepcionales como los ocurridos en el Parque Nacional Galápagos (1985) que afectó 25 000 ha, en el Volcán Sierra Negra de la Isla Isabela, y 3200 ha (1994) en el mismo sitio. Se destacan también los incendios presentados en septiembre de 1986 en la cordillera de Chilla, límite entre las provincias de Loja y El Oro, sitio en el cual se quemaron 4000 ha. Cabe mencionar además los consecutivos incendios presentados en el Parque Nacional Podocarpus (1986 y 1987) quemando cerca de 1200 ha, cada uno, en la provincia de Loja.

En 1996, en Carboncillo (provincia de Loja), se quemaron 1800 ha, de plantaciones de *Pinus radiata* y *Pinus patula*, en varios flagelos, en 1997, el Parque Nacional Cotopaxi fue afectado en 620 ha., de *Pinus radiata*. En el año 2006, la provincia del Carchi fue afectada en 1200 ha, de pajonal y frailejones, en la Reserva Ecológica "El Ángel".

Fuentes del Ministerio del Ambiente indican que, en el año 2012, a nivel nacional se quemaron 21 570 ha, de vegetación, resultando más afectada las provincias de: Carchi con 8136 ha, Pichincha con 1946 ha, Loja con 1417 ha, Imbabura con 1383 ha, El Oro con 1200 ha, Cotopaxi con 1199 ha, Chimborazo con 1150 ha, Azuay con 1120 ha, Cañar con 1199 ha, Bolívar con 171 ha, y Tungurahua con 4 ha., la cantidad de flagelos y superficie quemada, obligo a las autoridades a la declaratoria de emergencia. En cuanto a la vegetación afectada, el ecosistema páramo fue el más afectado con 9921 ha, seguido por el bosque andino en 2673 ha y el bosque seco en 253 ha.

La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, señala que se destruyeron 16 243 hectáreas de bosques y pajonales en Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Carchi y Bolívar. El informe menciona además a Azuay, Cañar, El Oro y Loja, sin establecer cifras. Estableciendo que del 1 de junio al 25 de septiembre, se han registrado en el país 3178 incendios, de los cuales 2458 corresponden a Pichincha, 239 a Imbabura, 85 a Loja, 71 a Cañar, 61 a Azuay, 52 a Cotopaxi y 49 a Carchi. Además la misma fuente informo la muerte de 5 personas en un total de 77 heridos.

Finalmente, el diagnóstico de los incendios forestales ocurridos entre 1981 – 1992, resalta que de la totalidad de los incendios registrados, el 87% corresponden a causas humanas por negligencias el 87%, el 12% por causas desconocidas e incendios intencionales y solamente el 1% por causas naturales.

A lo largo de los años se ha incrementado la preocupación por los incendios, es así que la Secretaría de Gestión de Riesgos ha desarrollado metodologías para determinar las áreas que pueden verse más afectadas por este fenómeno con la finalidad de gestionar de mejor manera los recursos.

**Texto tomado de Los Incendios Forestales en el DMQ, 2013*

Problemática

*En el Ecuador la mayor parte de incendios forestales, son causados por la actividad humana (antropogénica), ya que consideran el uso del fuego como una herramienta de trabajo para la preparación de tierras, de cultivos, además de la renovación de pastizales y el cambio de uso del suelo, prácticas llevadas de manera inadecuada, anti-técnica, seguido de las quemas a través de acciones piro maníáticas y también actos inescrupulosos de personas que visitan las áreas naturales y bosques a lo que se puede asociar la falta de conocimiento e información sobre el uso controlado del fuego (Ministerio del Ambiente, 2015).

Los incendios tanto naturales como de origen antrópico se propagan sin control, al contrario que las quemas, donde la ignición y la propagación están planificadas y controladas, una clasificación de los tipos y sus características se observan en la tabla siguiente.

Tabla 13. Clasificación de tipos de Incendios

TIPOS	CARACTERÍSTICAS
1. Incendios Naturales	Generados de manera espontánea por fuentes naturales.
2. Incendios de origen antrópico:	
Accidentales	Incendios no intencionados provocados por negligencia o accidente.
Intencionados	Incendios intencionados por malhechores, delincuencia o pirómanos.
Quemas controladas	Quemas prescritas realizadas por profesionales y con motivos concretos.

Fuente: SGR, 2016

Según reportes del Ministerio del Ambiente, en el Ecuador, el 70% de incendios forestales son causados por el hombre, el 25% son por negligencia o por quemas agrícolas y el 5% por causas naturales (botellas de vidrio, rayos)

**Texto tomado de MAE, 2017*

Los incendios forestales ocurren, generalmente, cuando llega la época seca, los incidentes sucedidos desde el 2012 hasta julio de 2017 han devastado 100 110,31 hectáreas en el Ecuador, en este tiempo la SGR registró 2712 eventos. Si bien es cierto las estadísticas son frías, la realidad en campo se constituye una problemática sofocante que se convierte en jornadas extensas de trabajo que buscan combatir el fuego. Todo esto se traduce en recursos humanos, tecnológicos, físicos y económicos. El MAE, calcula que controlar un incendio demanda entre USD. 5000 y USD. 20 000 por hora e incluso puede llegar a costar hasta USD. 70 000 si se usa helicópteros.



Control de incendios en Quito

Fuente: Diario digital La República EC, 2012



Control de incendios: Sierra Norte

Fuente: CRE-satelital, 2015



Eventos para Incendios Forestales

El mapa de eventos para incendios forestales desarrollado por la Secretaría de Gestión de Riesgos presenta el escenario de número de eventos para incendios forestales correspondientes a una proyección estadística para el año 2017 en base a los datos registrados en los años 2012-2016, en función de este mapa se planificó que cantones podrían tener mayor ocurrencia de incendios (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016a).

Los datos registrados en la tabla 13, recolectados desde el 1 de enero hasta el 20 de septiembre indican el número de eventos dados en el año 2017 y la superficie afectada por provincia. Se puede observar que la provincia de Imbabura es la de mayor superficie quemada, de igual manera en Santa Elena se ubican el mayor porcentaje de eventos con 63 conatos (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2017).

Tabla 14. Eventos y superficie afectada por provincias

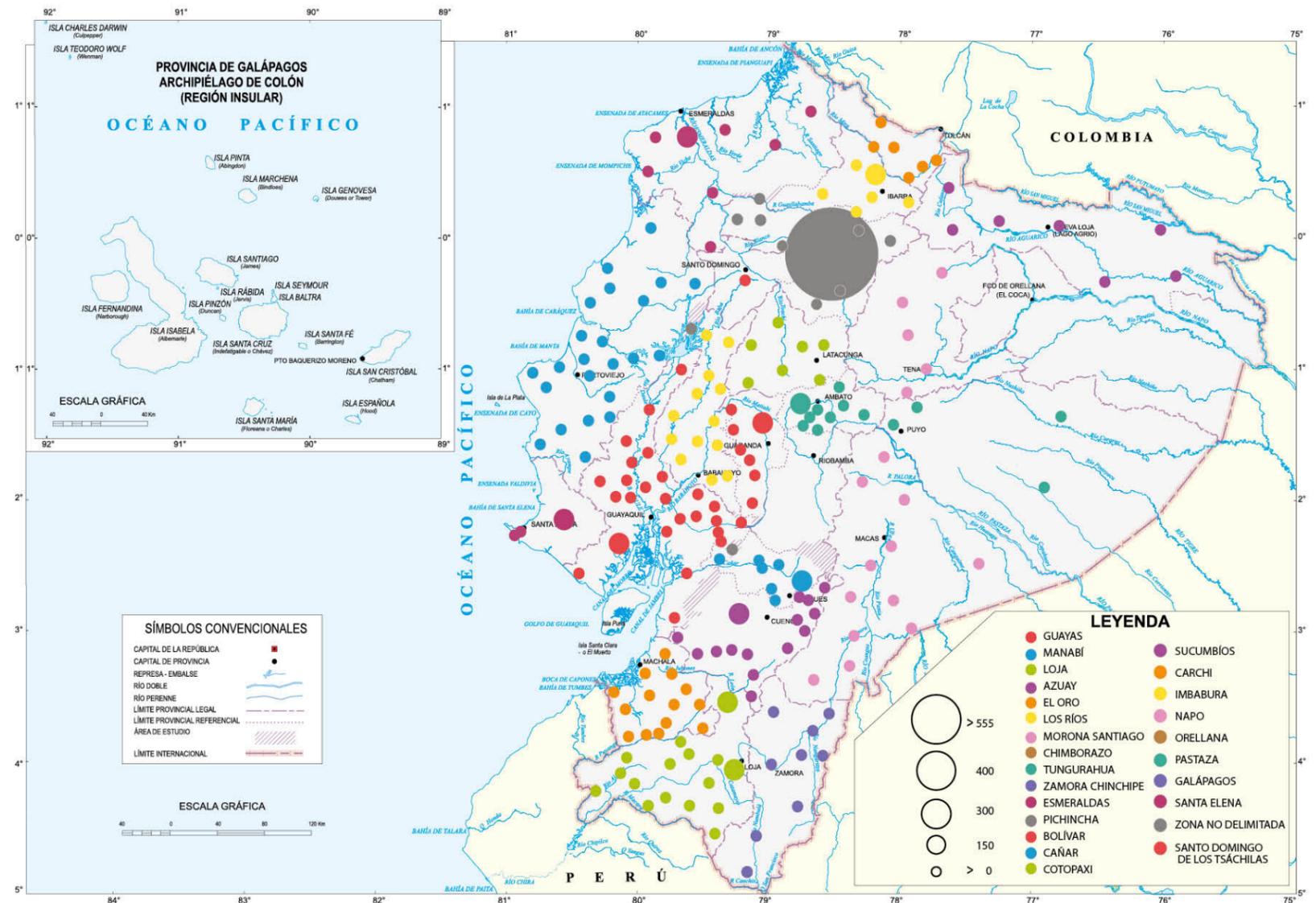
PROVINCIAS	No. EVENTOS	SUP. DE COBERTURA VEGETAL QUEMADA (ha)
Imbabura	20	1 094,51
Chimborazo	30	819,15
Pichincha	29	811,10
Santa Elena	63	493,10
Loja	31	323,50
Manabí	26	269,40
Cotopaxi	11	264,00
Azuay	27	248,44
Bolívar	6	247,33
Carchi	9	188,60
El Oro	24	153,50
Guayas	27	144,30
Tungurahua	12	105,00
Zamora Chinchipe	5	41,00
Cañar	9	33,00
Los Ríos	3	25,50
Esmeraldas	3	7,00

Fuente: SGR, 2017

Cartografía de Amenazas

La Secretaría de Gestión de Riesgos generó una metodología para determinar zonas de susceptibilidad física a la ocurrencia de incendios forestales mediante el análisis de las variables involucradas en el proceso de ignición natural, en función de herramientas de geomática aplicada para mejorar la gestión del riesgo (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016b).

Mapa de Número de Eventos de incendios Forestales – Proyección 2017



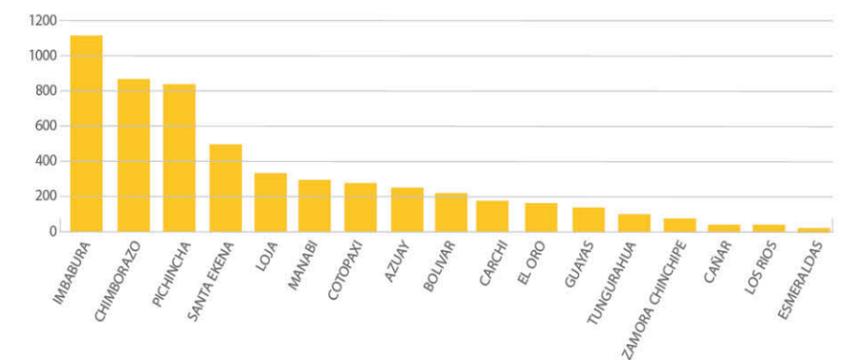
Fuente: SGR, 2017

Gráfico 7. Número de incendios forestales por provincias



Fuente: SGR, 2017

Gráfico 8. Superficie de cobertura vegetal quemada por provincias



Fuente: SGR, 2017

El mapa de susceptibilidad física a la ocurrencia de incendios forestales, se generó a partir del análisis cartográfico con técnicas de evaluación multicriterio (EMC), muestra cinco clases de susceptibilidad a incendios forestales en el país. En la concepción de la amenaza a incendios forestales se consideran los siguientes elementos:

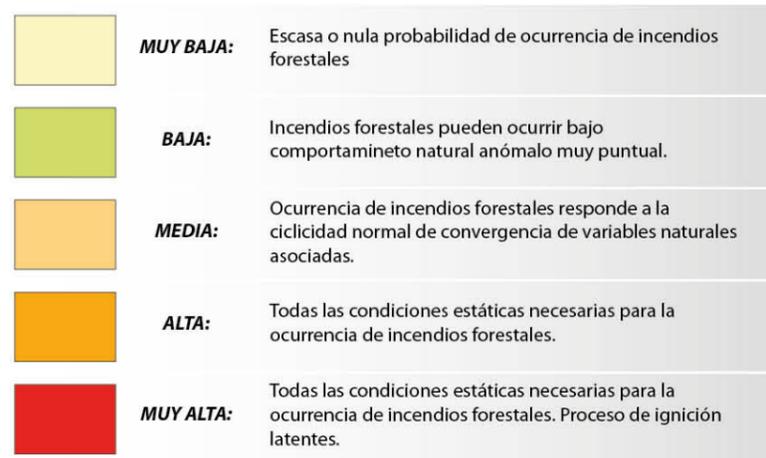
1. Modelo de combustible
2. Humedad del complejo cobertura-suelo
3. Temperatura
4. Radiación
5. Textura del complejo cobertura-suelo

Fuentes y Variables de Información Utilizadas

La metodología incluyó las variables: precipitación, textura, temperatura, uso de suelo, pendiente y topografía. A partir de estas variables se generó: modelo de combustible, humedad, temperatura, radiación y finalmente los mapas de amenaza estática.

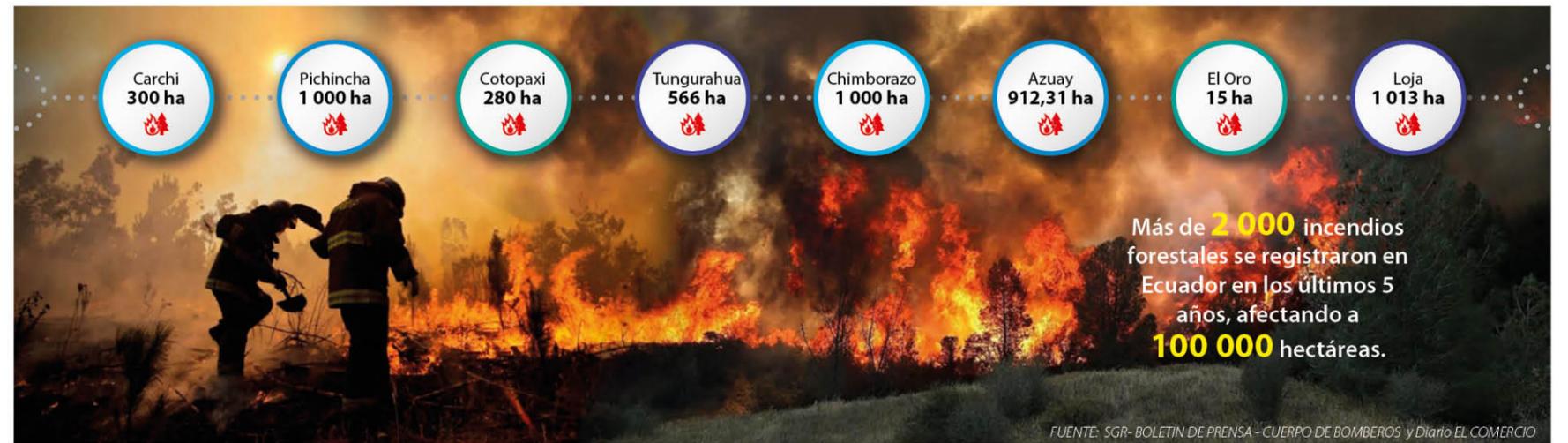
El resultado fue un mapa de zonas de susceptibles a incendios forestales, presentado en 5 niveles, definido por las clases del gráfico siguiente.

Gráfico 9. Escala de susceptibilidad física a la ocurrencia de incendios forestales

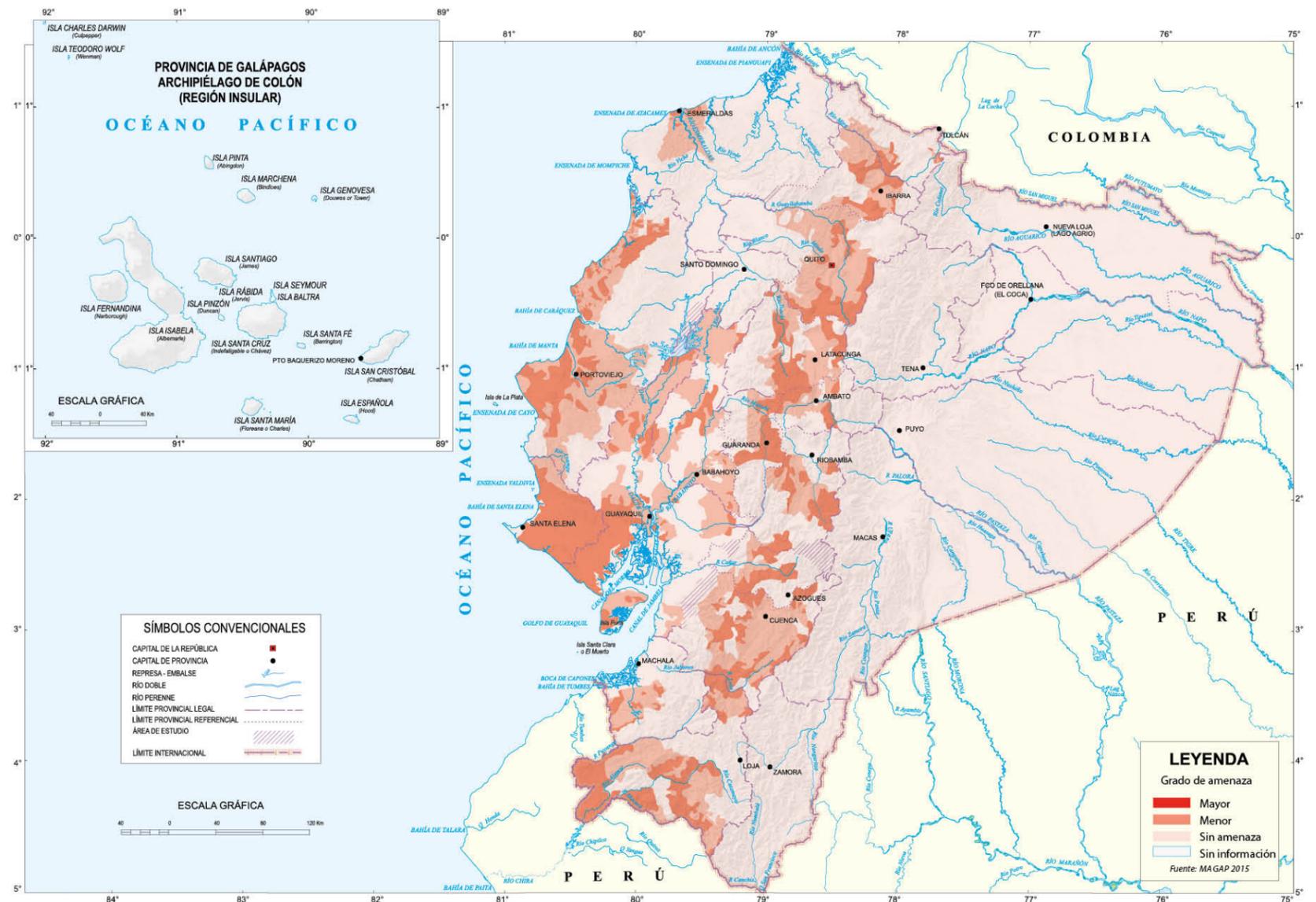


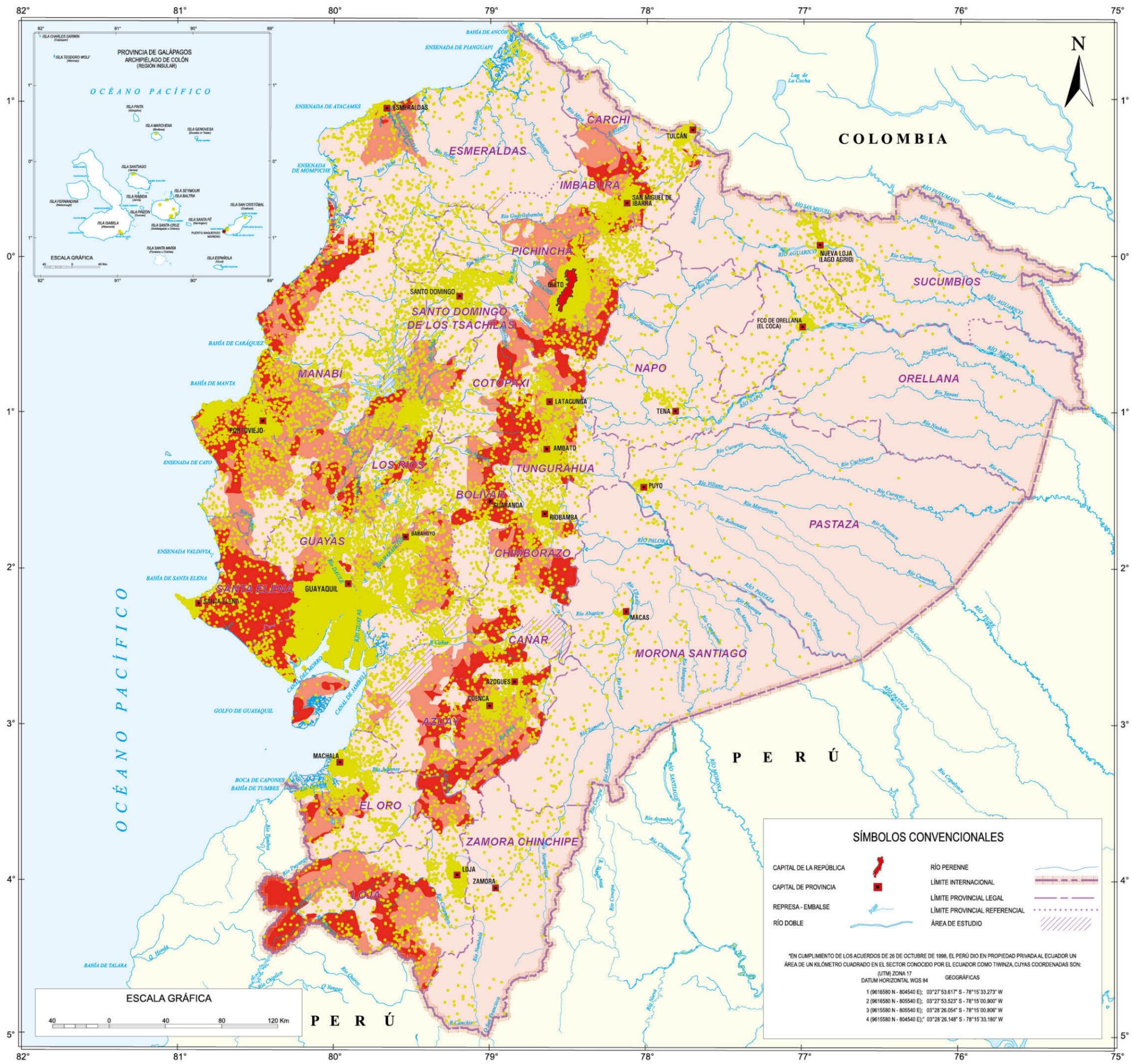
Fuente: SGR, 2015

En función de este mapa se agrupó en dos tipos de peligro (mayor y menor) y se cruzó esta información con infraestructura de educación, salud, energía y vialidad, obteniendo así los mapas correspondientes que permiten entender de mejor manera la problemática que puede suceder a un incendio forestal.



Mapa de Zonas Susceptibles a Incendios Forestales



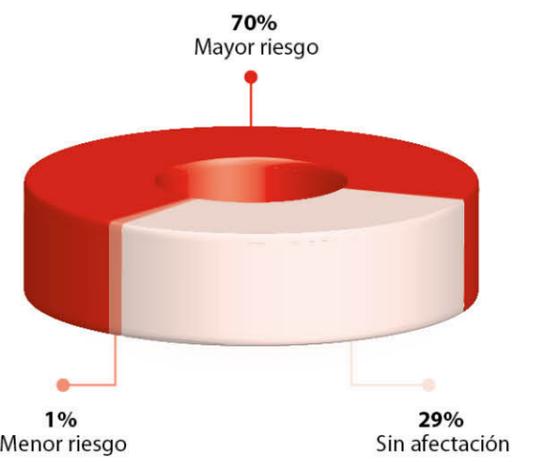


Mapa de Población Expuesta a Amenazas por Incendios

LEYENDA

- Población**
Un punto representa 500 habitantes
- Grado de Amenaza**
 - Mayor
 - Menor
 - Sin amenaza
 - Sin informacion

Población Expuesta a Amenazas por Incendios



Nota: El análisis se hace con el número de habitantes a nivel parroquial



Fuente: El Norte, 2018

SÍMBOLOS CONVENCIONALES

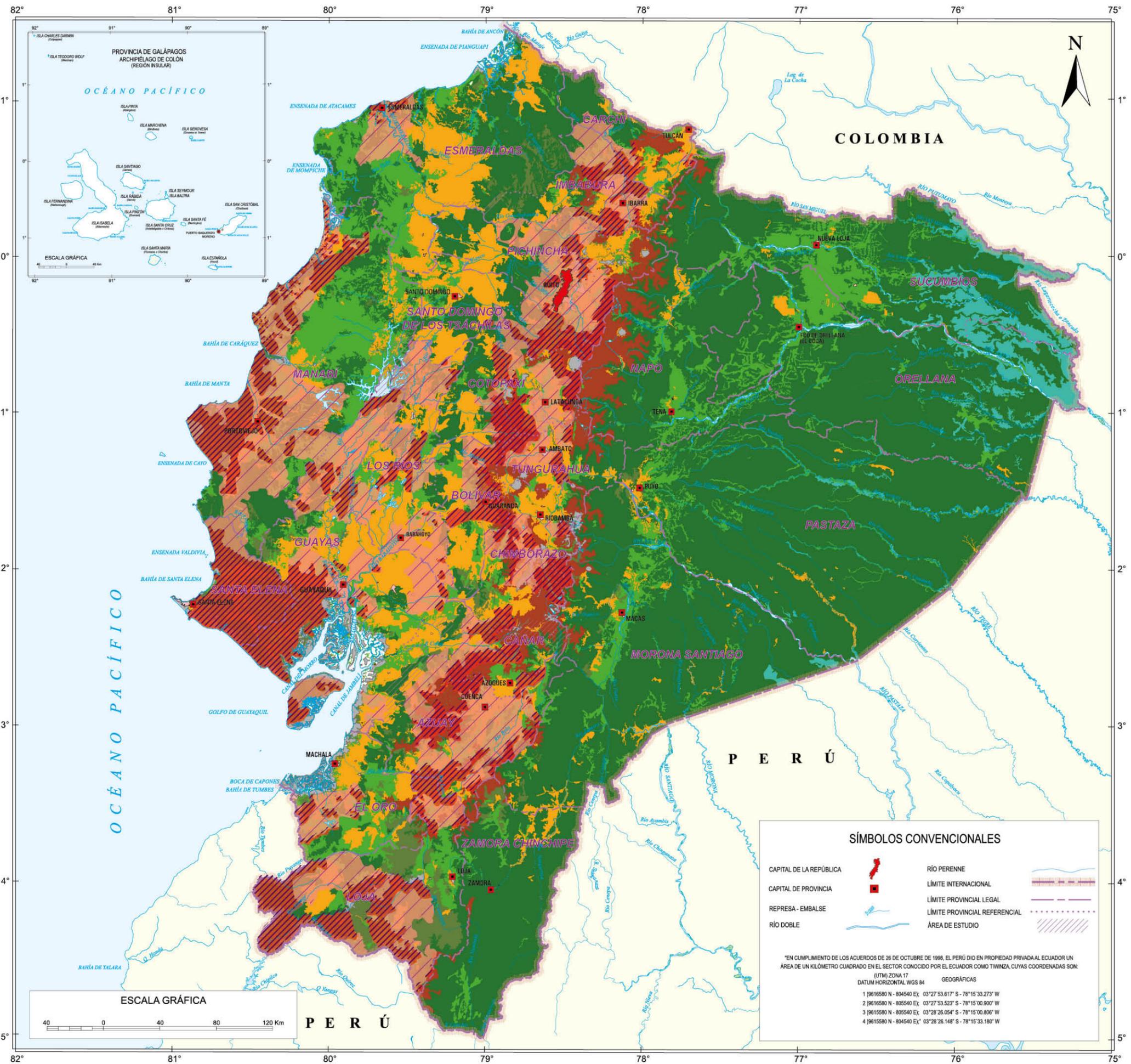
CAPITAL DE LA REPÚBLICA		RÍO PERENNE	
CAPITAL DE PROVINCIA		LÍMITE INTERNACIONAL	
REPRESA - EMBALSE		LÍMITE PROVINCIAL LEGAL	
RÍO DOBLE		LÍMITE PROVINCIAL REFERENCIAL	
		ÁREA DE ESTUDIO	

EN CUMPLIMIENTO DE LOS ACUERDOS DE 26 DE OCTUBRE DE 1998, EL PERÚ DIO EN PROPIEDAD PRIVADA AL ECUADOR UN ÁREA DE UN KILOMETRO CUADRADO EN EL SECTOR CONOCIDO POR EL ECUADOR COMO TIWINZA, CUYAS COORDENADAS SON:

(UTM) ZONA 17
DATUM HORIZONTAL WGS 84 GEOGRÁFICAS

- 1 (9616580 N - 804540 E): 03°27'53.617" S - 78°15'33.273" W
- 2 (9616580 N - 805540 E): 03°27'53.523" S - 78°15'00.800" W
- 3 (9615580 N - 805540 E): 03°28'26.054" S - 78°15'00.806" W
- 4 (9615580 N - 804540 E): 03°28'26.148" S - 78°15'33.180" W

Fuente: INEC 2010, SGR 2016
Nota: El archivo fue digitalizado en base a la capa de Áreas Susceptibles a Incendio Forestal de la SGR 2016



Mapa de Uso de Suelo Expuesto a Amenazas por Incendios

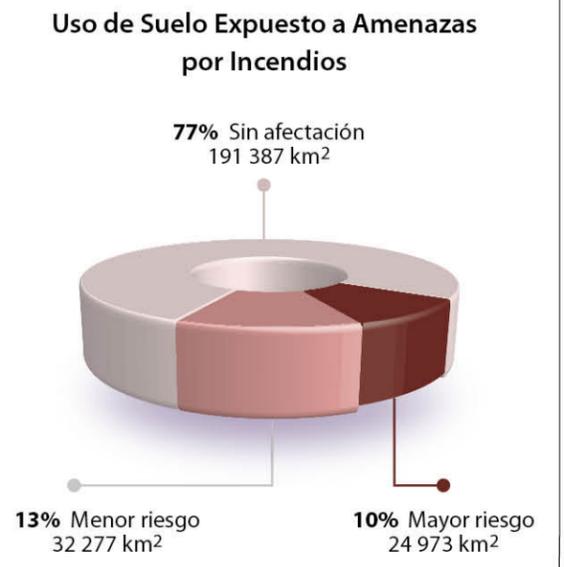
LEYENDA

Grado de Afectación

- Mayor
- Menor
- Sin amenaza

Uso del Suelo

- Bosque
- Cultivo
- Humedal
- Manglar
- Otras tierras e Infraestructura antrópica
- Pastizal
- Playa
- Páramo
- Vegetación arbustiva
- Área poblada



Fuente: MAGAP 2002, SGR 2016
Nota: El archivo fue digitalizado en base a la capa de Áreas Susceptibles a Incendio Forestal de la SGR 2016



Bibliografía

- Barriga, F. (2015). Historia de los Desastres Naturales en el Ecuador. (A. N. de H. del Ecuador, Ed.). Quito.
- Cruz, M., Acosta, M. C., & Eddy, N. (2005). Riesgos por tsunami en la Costa ecuatoriana. Manuscript, (1), 15. Retrieved from http://www.ipgh.gob.ec/documentos/recursos/Riesgos_Tsunami_Costa_ecuatoriana.pdf
- Corporación Andina de Fomento. (2000). El Fenomeno de El Niño 97 -98 Volumen IV. Quito.
- Dávila, A., Cuesta, R., Villagómez, M., & Fierro, D. (2013). Atlas Geográfico Nacional del Ecuador. (J. León, Ed.) (Instituto). Quito-Ecuador: Geoportal Instituto Geográfico Militar. Recuperado a partir de <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/geoeduca/atlas-nacional-del-ecuador/atlas-geografico-nacional-del-ecuador-2013/>
- Demoraes, F., & D'Ercole, R. (2001). Cartografía de Riesgos y Capacidades en el Ecuador, 65. Retrieved from http://www.proyecto-nebe.org/upload/books/5/Ecuador_original.pdf
- Eras Galarza, M. L. (2009). Determinación de zonas susceptibles a movimientos en masa en el Ecuador, a escala 1:1'000.000. Escuela Politécnica Nacional.
- FAO. (1993). Desarrollo Sostenible de Tierras Áridas y Lucha Contra la Desertificación. Roma, Italia. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/docrep/V0265S/v0265s00.htm>
- FAO - Ecuador. (2017). Boletín Informativo - FAO Ecuador - "La estrecha relación entre la degradación de la tierra y la producción de alimentos". Quito, Ecuador. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/3/a-i7593s.pdf>
- Grupo Gemma. (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Publicación Geológica Multinacional (Vol. 4).
- IG. (2017). Resumen del Proyecto de Tsunamis. Recuperado Septiembre 26, 2017, desde <http://www.igepn.edu.ec/resumen-del-proyecto-tsunamis>
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. (2017). Manual eje volcanes, 11.
- INOCAR. (2016). Tsunamis. Recuperado Septiembre 22, 2017, desde <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/que-son-los-tsunamis>
- MAGAP - IEE. (2015). Metodología Zonas Susceptibles a Inundaciones. Quito.
- Ministerio del Ambiente. (2015). Plan de contingencia de incendios forestales. Quito-Ecuador.
- Ortega-Gaucin, D. (2013). Sequía: causas y efectos de un fenómeno global. Ciencia y Sociedad, 16(61), 8-15. Recuperado a partir de <https://www.researchgate.net/publication/260163188>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2017). Incendios Forestales. Recuperado 1 de septiembre de 2017, a partir de <http://www.eird.org/americas/>
- Rivadeneira, F., Segovia, M., Alvarado, A., Egred, J., Troncoso, L., Vaca, S., & Yepes, H. (2007). Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador.pdf. (C. E. Nacional, Ed.). Quito-Ecuador.
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2016). Mapa de Multiamenazas.
- Secretaría de Ambiente de Quito. (2013). Evaluación de los incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito, 1-57.
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2016a). Informes de situación de incendios forestales. Guayaquil-Ecuador.
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2016b). Propuesta metodológica preliminar para la generación de mapas de susceptibilidad física a la ocurrencia de incendios forestales.
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2017). Reporte de incendios forestales. Guayaquil-Ecuador.
- SGR, S. de G. de R. (2015). Zonas de Susceptibilidad a Sequías. Quito, Ecuador.
- Toulkeridis, T. (2013). Volcanes Activos Ecuador (CGVG-ESPE).
- UNESCO. (2010). Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe. (K. Verbist, F. Santibañez, D. Gabriels, & G. Soto, Eds.). Montevideo, Uruguay. Recuperado a partir de http://mediasuperior.tamaulipas.gob.mx/wp-content/files_mf/doc01.pdf



Glosario

A

- **Aceleración sísmica:** Aceleración del terreno producido por las ondas sísmicas generadas por un terremoto.
- **Amenaza sísmica:** Es la cuantificación de las acciones sísmicas o de los fenómenos físicos asociados con un sismo que pueden producir efectos adversos al hombre y sus actividades. Parámetro que cuantifica la ocurrencia de futuros eventos sísmicos y las acciones sísmicas asociadas.
- **Avenida o crecida:** Paso por tramos de un río, de caudales superiores a los normales, que dan lugar a elevaciones de los niveles de agua.
- **Área quemada:** Superficie sobre la cual se desplazó el fuego y consumió parte o todo el combustible existente sobre la misma.

B - C

- **Cabeza:** Comprende la parte superior del movimiento y se caracteriza por presentar una morfología irregular de escarpes y contra escarpes, con cimas planas y dispuestas en forma escalonada. Arriba de la cabeza está la corona.
- **Corona:** Representa la parte superior del movimiento. Ella forma una línea límite entre la parte superior del terreno fallado (escarpe principal) y el terreno intacto.
- **Caudal:** Volumen de agua que circula por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinados. El comportamiento del caudal de un río promediado a lo largo de una serie de años constituye lo que se denomina régimen fluvial de ese río
- **Ceniza volcánica:** Fragmentos de roca de diámetro inferior a 2mm que son expulsados durante una explosión volcánica. Por lo general son transportados por el viento a zonas distales antes de caer nuevamente a la superficie.
- **Cinturón de Fuego del Pacífico:** Comprende las costas alrededor del océano Pacífico, y está caracterizado por su alta actividad sísmica y volcánica.
- **Conato:** Nombre que se da a los incendios que afectan superficies menores a una hectárea.
- **Cuerpo principal:** Representa la masa de deslizamiento que se localiza por encima de la superficie de falla o de ruptura. La parte superior se denomina cabeza, la cual generalmente desarrolla una depresión con pequeñas terrazas escalonadas limitadas por escarpes y contra escarpes secundarios. La parte inferior del cuerpo principal se denomina cuerpo. El cuerpo presenta una morfología deprimida de superficie más homogénea (ondulada) y con zonas pantanosas (lagunas, charcos).

D

- **Desastre:** Pérdidas materiales y vidas humanas ocasionadas por eventos o fenómenos naturales.

- **Déficit hídrico:** aquel escenario donde el agua disponible no es suficiente para satisfacer la demanda de una zona específica según un período de tiempo. Déficit Hídrico=precipitaciones-evapotranspiración real. Donde, la "evapotranspiración real" corresponde a la cantidad de agua evaporada de los suelos, sumada a la cantidad de agua proveniente de la transpiración de los vegetales. Se expresa en milímetros.
- **Desertificación:** degradación de los suelos en zonas áridas, muy secas y secas, que crea condiciones para la formación de un desierto.
- **Deslizamiento volcánico:** Se produce cuando un flanco inestable de un volcán se desliza bajo la influencia de la gravedad y genera una avalancha de rocas y escombros de gran volumen (> 0.1 km³).

E

- **Elementos en riesgo:** Son aquellos que pueden ser afectados por un terremoto, tales como
- **Epicentro:** Punto en la superficie de la tierra exactamente sobre el hipocentro.
- **Escarpe principal:** Es también llamado grada principal o cicatriz de arranque principal. Representa la superficie inclinada o vertical visible que contornea la parte superior del movimiento. El escarpe principal indica el desplazamiento vertical del movimiento.
- **Estación sísmica:** Equipo conformado por varios instrumentos que sirven para registrar eventos sísmicos.
- **Erupción efusiva:** Cuando el magma es emitido en la superficie de manera coherente y continua, sin producir explosiones. Como resultado se forma un flujo o un domo de lava.
- **Erupción explosiva:** Cuando el magma es emitido en la superficie de manera explosiva, lo que produce que el magma se fragmente. Como resultado se forman nubes de ceniza, fragmentos balísticos y flujos piroclásticos.
- **Evacuación:** Abandono de un sitio determinado. La evacuación debe realizarse en forma ordenada; debe ser segura y lo más rápida posible. Se debe tomar en cuenta que la ruta de evacuación por emergencia sísmica puede diferir de otras de diferente índole.

F

- **Falla:** Fractura o zona de fracturas donde se produce un desplazamiento de un bloque respecto a otro.
- **Falla inversa:** Se produce cuando el movimiento horizontal transverso corresponde a un acortamiento. El bloque superior se desliza hacia arriba por el plano de falla. También se la denomina falla compresional.
- **Falla normal:** Se produce cuando el movimiento horizontal

transverso corresponde a una distensión. El bloque superior se desliza hacia abajo por el plano de la falla. También se la denomina falla en dilatación.

- **Falla de rumbo:** Se la conoce también como falla de desgarre o de salto en dirección. Son aquellas en que un bloque se desliza lateralmente con relación al otro.
- **Fenómenos hidrometeorológico:** Fenómenos se encuentra íntimamente ligado a los procesos atmosféricos, es decir, las condiciones meteorológicas extremas son la principal causa de este tipo de riesgo, lo que se traduce en precipitaciones extremas, ciclones tropicales, sequías, inundaciones, entre otros.
- **Flancos:** Forman los límites laterales del movimiento en masa. Ellos pueden ser definidos como derecho o izquierdo mirando hacia abajo desde la corona. En algunos casos, los flancos están conformados por escarpes que contienen otros movimientos satélites menores. La masa desplazada o de deslizamiento, comprende cuatro zonas morfológicas principales: El cuerpo principal, el pie, el frente y la pata.
- **Flujo piroclástico:** Mezcla caliente (300-900 °C) y turbulenta de gases, ceniza y fragmentos de rocas volcánicas, que descienden por los flancos de un volcán a velocidades de entre 50 y 250 km/h. Ocurren generalmente como consecuencia de erupciones explosivas de tamaño moderado o grande.
- **Foco sísmico:** Es el lugar en el cual se origina la ruptura que produce el terremoto (se considera un punto). También se lo denomina hipocentro.
- **Fosa:** Es una depresión alargada que se ubica en el fondo marino y su origen está relacionado con el proceso de la subducción.
- **Fragmento balístico:** Fragmento de roca o lava que es expulsado durante una explosión volcánica y que debido a su tamaño (>20-30 cm de diámetro) se transporta por la atmósfera con una trayectoria balística (parabólica) antes de impactar en la superficie. Su movimiento está controlado esencialmente por su energía cinética al momento de la explosión.
- **Frente:** Representa la zona inferior de la masa deslizada que reposa sobre el terreno intacto o in situ. Esta zona es por lo general la más viscosa y explanada. La forma de este depósito de material permite caracterizar el movimiento por su forma (abanico, lengua, etc.).

G

- **Gases volcánicos:** Se refiere a compuestos químicos que son emitidos por los volcanes en forma gaseosa, a través del cráter, fumarolas o fuentes termales. Los gases volcánicos más comunes son H₂O, CO₂, SO₂.

H

- **Hipocentro:** Ver foco sísmico.



Glosario

I

- **Inundación:** Según la Organización Meteorológica Mundial – OMM y la UNESCO (1974)(1), se puede definir inundación como “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”, en donde “nivel normal” se entiende como la superficie de agua que no causa daños, afectaciones y no genera ningún tipo de pérdidas.
- **Intensidad sísmica:** Es un parámetro que evalúa los efectos y daños sobre personas, construcciones y terreno. Existen vanas escalas de intensidad como la EMS, MSK, Mercalli, etc.
- **Ignición:** Circunstancia de estar una materia en combustión o incandescencia
- **Incendio forestal:** Incendio que afecta formaciones boscosas o tierras forestales.

J-K-L

- **Llanura aluvial:** La llanura aluvial, también llamada vega, llanura de inundación, o valle de inundación, es la parte orográfica que contiene un cauce y que puede ser inundada ante una eventual crecida de las aguas de éste.
- **Lava:** Roca en estado parcial o totalmente líquido que se encuentra sobre la superficie de la Tierra. Dependiendo de su viscosidad puede formar flujos de lava (si la viscosidad es baja) o domos de lava (si la viscosidad es alta).
- **Lahar.** Mezcla densa y viscosa de agua, ceniza y fragmentos de rocas volcánicas, originada en un volcán y que se mueve rápidamente por los drenajes bajo la influencia de la gravedad.

M

- **Magnitud:** Mide la energía liberada en el foco sísmico en forma de ondas sísmicas. Existen varias escalas de magnitud dependiendo del tipo de onda que se utilice para determinarla.
- **Mapa de riesgo:** Mapas que incluyen los probables efectos a causa de un sismo esperado.
- **Maremoto:** Movimiento de la superficie marina a causa de terremotos, deslizamientos marinos o erupciones volcánicas.
- **Mercalli (escala):** Escala de intensidad sísmica. Evalúa daños sísmicos en un determinado lugar. Se divide en 12 grados y es muy parecida a la escala MSK.
- **Mitigación:** Es el conjunto de medidas que se toman para disminuir o contrarrestar los posibles efectos negativos que pueden atentar contra la vida y los bienes.
- **MSK (escala):** Escala de intensidad sísmica. Evalúa daños sísmicos en un determinado lugar. Se divide en 12 grados y es muy parecida a la escala de Mercalli.

N-O

- **Onda sísmica:** Ondas elásticas generadas por un sismo que se propagan a partir del foco en todas las direcciones.

P

- **Pata:** Es la parte más baja del frente del movimiento de masas.
- **Pirómano:** Persona que tiene una tendencia patológica o enfermiza a provocar incendios.
- **Periodicidad:** Característica de efectuarse cierto espacio de tiempo. Repetición regular.
- **Período de retorno (intervalo de recurrencia):** Número de años que transcurren en promedio para que un evento (precipitación, crecida, inundación) sea igualado o excedido.
- **Pie:** El pie representa la zona de material deslizado localizado en el límite inferior de la superficie de falla y la superficie inicial del terreno intacto. Generalmente, esta zona es la más estrecha del movimiento y desarrolla una morfología levantada y abombada con fisuras o grietas dispuestas radial y transversalmente al sentido del movimiento. La línea de intersección entre la superficie de falla y el terreno intacto es comúnmente llamada pie de la superficie de falla. Frecuentemente, esta zona se presenta cubierta de material deslizado.
- **Placa tectónica:** Sección rígida de la litósfera que se mueve como una unidad sobre el material de la Astenósfera. Para el Ecuador se tiene la interacción de las placas de Nazca y Sudamérica.
- **Premonitores (sismos):** Sismos que preceden a un sismo principal. Son de menor magnitud.

Q-R

- **Recurrente:** Que vuelve a ocurrir o aparece después de un período de tiempo
- **Richter (escala de magnitud):** Escala de magnitud introducida por Richter en 1935. La magnitud del sismo es de tipo logarítmico.
- **Réplicas:** Sismos relacionados y que son posteriores al terremoto principal. El período de tiempo en que se generan réplicas es relativamente largo y puede ser hasta de meses.
- **Riesgo sísmico:** Es la probabilidad de daños a causa de un sismo en un espacio y tiempo determinado basado en observaciones pasadas y presentes.

S

- **Sequía:** cuando en una zona existe un déficit hídrico suficiente que provoca daño a la vegetación y limita la producción de los suelos; se produce principalmente por la ausencia total o

parcial de precipitación.

- **Sismicidad:** Ocurrencia de sismos en espacio y tiempo.
- **Sismorresistente:** Capacidad de resistir a las acciones de un sismo en cierta medida.
- **Sismo:** Sacudida de la superficie terrestre por dislocación de la corteza. Las fuentes son de varios tipos (tectónicas, volcánicas, explosiones, meteoritos, etc.), siendo más comunes las tectónicas. También se los conoce con el nombre de terremotos o temblores o movimiento telúricos.
- **Sismógrafo:** Instrumento que sirve para registrar el movimiento del suelo producido por un sismo. El registro obtenido se denomina sismograma.
- **Superficie de ruptura principal:** También llamada superficie de falla. Se desarrolla siguiendo la componente horizontal del movimiento. En los materiales arcillosos se presenta como una superficie pulida (espejo), con desarrollo de estrías paralelas a la dirección del movimiento.

T

- **Tectónica de placas:** Es la teoría que propone que la capa externa de la Tierra está constituida por capas individuales que interactúan para producir terremotos, volcanes, montañas y la propia corteza.
- **Telúrica:** Relativo a la tierra como planeta.
- **Sismología:** Es la ciencia que se encarga del estudio de los sismos, las fuentes sísmicas y la propagación de las ondas sísmicas a través del medio sólido y líquido de la tierra.
- **Terremoto:** (Ver Sismo).
- **Tsunami:** Término japonés que sirve para denominar las olas o conjunto de evento olas gigantes que se pro- pagan por el mar y generalmente tienen su origen en un terremoto. También se los conoce como maremotos.

U-V

- **VEI (Índice de explosividad volcánica):** Es una escala utilizada para definir el tamaño de una erupción explosiva. Se basa principalmente en la estimación del volumen de magma emitido. La escala va de 0 a 8, donde un VEI=0 denota una erupción no explosiva (sin importar el volumen de magma emitido) y VEI>5 corresponde a erupciones consideradas muy grandes hasta cataclísmicas.
- **Vulnerabilidad:** Es el grado de pérdida o conjunto de elementos en riesgo, como consecuencia de la ocurrencia de un dado. Se expresa en una escala de 0 (ningún daño) a 1 (daño total).

W-X-Y-Z



Índice de Tablas, Gráficos y Figuras

Tablas

Tabla 1	Relaciones de escalas	13
Tabla 2	Amenazas o peligros naturales	26
Tabla 3	Clasificación de la textura del suelo	31
Tabla 4	Clasificación de la susceptibilidad a inundación del terreno en función del relieve	31
Tabla 5	Periodo de retorno con frecuencia	31
Tabla 6	Zonas susceptibles a inundación	31
Tabla 7	Áreas con susceptibilidad a inundación por provincia	32
Tabla 8	Afectaciones por movimientos de masa	55
Tabla 9	Los 10 terremotos más fuertes desde el año 1900	68
Tabla 10	Registro histórico de los principales terremotos en el Ecuador	70
Tabla 11	Eventos de tsunamis presentados en el país	86
Tabla 12	Volcanes activos en el Ecuador	94
Tabla 13	Clasificación de tipos de incendios	109
Tabla 14	Eventos y superficie afectada por provincia	110

Gráficos

Gráfico 1	Evolución de la población desde el año 1800 al 2010	21
Gráfico 2	Tasa de crecimiento promedio anual desde el año 1950 al 2010	21
Gráfico 3	Tasas de privaciones de los hogares por indicador	25
Gráfico 4	Susceptibilidad a sequías del Ecuador continental	46
Gráfico 5	Número de parroquias según grado de amenaza sísmica	73
Gráfico 6	Número de cantones según grado de amenaza por tsunami	87
Gráfico 7	Número de incendios forestales por provincias	110
Gráfico 8	Superficie de cobertura vegetal quemada por provincias	110
Gráfico 9	Escala de susceptibilidad física a la ocurrencia de incendios forestales	111

Figuras

Figura 1	Diagrama conceptual del espacio geográfico ecuatoriano	11
Figura 2	Pobreza multidimensional	24
Figura 3	Índice de pobreza multidimensional	25
Figura 4	Tasa de pobreza multidimensional	25
Figura 5	Tasa de pobreza extrema multidimensional	25
Figura 6	Cronología resumen de desastres registrados en el Ecuador	26





SIGLAS

ARCOM	Agencia de Regulación y Control Minero
CONELEC	Consejo Nacional de Electricidad
DAC	Dirección de Aviación Civil
DGAC	Dirección General de Aviación Civil
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
IAVCEI	Asociación Internacional de Vulcanología y Química del Interior de la Tierra
IEE	Instituto Espacial Ecuatoriano
IG	Instituto Geofísico
IGM	Instituto Geográfico Militar
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INIGEMM	Instituto Nacional de Investigación Geológica Minero Metalúrgica
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada
MAE	Ministerio del Ambiente de Ecuador
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca
MINEDU	Ministerio de Educación
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PHI	Programa Hidrológico Internacional
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
SGR	Secretaría de Gestión de Riesgos
SOTE	Sistema de Oleoductos Transecuatoriano
UNCCD	Convención de las Naciones Unidas para la lucha contra la Desertificación
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura





MINISTERIO
DE DEFENSA
NACIONAL



COMANDO CONJUNTO
DE LAS FUERZAS
ARMADAS



EJÉRCITO
ECUATORIANO



INSTITUTO
GEOGRÁFICO
MILITAR



SECRETARÍA
DE GESTIÓN
DE RIESGOS



www.igm.gob.ec
www.geoportaligm.gob.ec