

2020

Plan de Actuación Insular
frente al riesgo
volcánico



PAIV



TOMO I

Capítulos 1 a 4

ÍNDICE GENERAL. TOMO I

CAPÍTULO 1. DEFINICIÓN, OBJETIVOS Y MARCO LEGAL.....	001
CAPÍTULO 2. ÁMBITO GEOGRÁFICO.....	022
CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN DEL RIESGO.....	163
CAPÍTULO 4. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN.....	271

2020

Plan de Actuación Insular
frente al riesgo
volcánico



PAIV



CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN, OBJETIVOS Y MARCO LEGAL

1 DEFINICIÓN, OBJETIVOS Y MARCO LEGAL

1.1	Introducción.....	2
1.1.1	La necesidad de un Plan de Actuación Insular frente al riesgo volcánico	2
1.1.2	Otros factores a considerar.....	5
1.2	Definición.....	8
1.3	Objetivos.....	9
1.4	Marco Legal.....	11
1.4.1	Normativa de referencia.....	11
1.4.2	Documentación y Normativa de la Unión Europea.....	11
1.4.3	Normativa estatal.....	12
1.4.4	Normativa autonómica	13
1.5	Marco competencial.....	15
1.5.1	El Plan de Actuación Insular.....	15
1.5.2	Los Planes de Actuación Municipales	17
1.5.3	Planes de Autoprotección.....	18
1.6	Canarias en el contexto internacional sobre la Gestión de Reducción del Riesgo de Desastres de origen volcánico.....	19
1.7	El PAIV de Tenerife y el Marco de Sendai aplicado al riesgo volcánico (2015-2030).....	20

1.1 Introducción

1.1.1 La necesidad de un Plan de Actuación Insular frente al riesgo volcánico

1.1.1.1 *Nuestro origen, peligrosidad y riesgo objetivo*

La isla de Tenerife, al igual que La Palma y El Hierro, está considerada como una de las tres islas occidentales donde se ha manifestado el fenómeno volcánico con mayor frecuencia en época histórica. No sólo relacionadas con las últimas erupciones históricas ocurridas que documentan la alta actividad volcánica de las islas, sino también relacionadas con la incertidumbre generada en los últimos 20 años como consecuencia de la crisis de origen sismovolcánica acontecida en 2004 y, más recientemente, la detección de sucesivos enjambres sísmicos (2012, 2013, 2016, 2017 y 2018) localizados en determinadas zonas de la Isla.

Son siete las erupciones más recientes registradas en Tenerife, como la de los volcanes de Sietefuentes, Fasnia y Arafo entre 1704 y 1705; la erupción del volcán de Garachico en 1706, la de las Narices del Teide en 1798 y la última ocurrida en el volcán del Chinyero en 1909. Asimismo, la última erupción de La Palma del Teneguía en 1971, más la experiencia adquirida en la erupción volcánica de El Hierro en 2011 y la sismicidad asociada en años posteriores, ponen en evidencia la importancia de que la Isla cuente con su propio Plan de Actuación Insular ante el Riesgo Volcánico (PAIV), donde se especifique la estructura, organización, operatividad y protocolos de coordinación e intervención ante una posible futura erupción. Por otra

parte, la persistencia en el tiempo de varios enjambres sismovolcánicos como los sucedidos en octubre de 2016, situados sobre los municipios de Adeje, Vilaflor, Icod de los Vinos, La Guancha y Arico; o las registradas en junio, noviembre y diciembre de 2017 en general sobre la dorsal Noroeste de la isla ponen nuevamente de manifiesto la necesidad de disponer de este Plan de Actuación.

Los antecedentes sismovolcánicos ocurridos en Tenerife en 2004 fueron los precursores de dos documentos de planificación en emergencias por riesgo volcánico. En el primero de ellos, ante la inexistencia en Canarias de planes de emergencias sobre amenazas de este tipo y con el fin de evitar improvisaciones por parte de las autoridades civiles en caso de una erupción en aquel año, la Comunidad Autónoma, en coordinación con el Cabildo Insular de Tenerife y la Subdelegación del Gobierno, elaboró el Plan de Actuación Coordinada de Protección Civil ante una posible erupción volcánica en la Isla. Por su parte, el segundo derivó en la elaboración y aprobación en 2010 del Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por riesgo volcánico en la Comunidad Autónoma de Canarias (PEVOLCA), actualmente revisado y aprobado en 2018, del cual a su vez, se exponen las directrices y procedimientos para desarrollar el presente PAIV.

La elaboración de este Plan no solo daría respuesta ante la posible presentación de un evento sismovolcánico sino que atiende también a la responsabilidad que tienen las instituciones locales de cara a la gestión de futuras crisis. Resulta evidente que el rápido incremento de la población, el número cada vez más elevado de turistas que visitan la Isla, la existencia de

infraestructuras cada vez de mayor costo, el modelo de ocupación del territorio (poblamiento y redes de comunicación) así como la elevada dependencia de infraestructuras críticas y servicios esenciales, son factores que determinan una mayor vulnerabilidad y exposición frente a este tipo de fenómenos, lo que justifica la necesidad de contar con un instrumento de actuación que permita llevar a cabo una gestión eficaz de las situaciones que puedan presentarse antes crisis de esta naturaleza.

Por último, otra de las oportunidades que se derivan de este Plan de Actuación es la consolidación de las tareas de coordinación de la red de monitoreo y seguimiento de los volcanes de la isla de Tenerife, de cara a la gestión de una futura emergencia volcánica que permita por un lado, mejorar la evaluación del riesgo y por otro, mejorar los sistemas y la comunicación de alerta temprana. Ambas cuestiones pueden y deben integrarse en este documento también desde dos perspectivas temporales, es decir, a corto y a largo plazo. El primero tiene como objetivo evaluar y prever el riesgo volcánico para dar una respuesta eficaz, eficiente y coordinada principalmente a través de la evacuación preventiva de personas, reduciendo la exposición a corto plazo; mientras que a largo plazo se plasmarán en detalle los peligros y los elementos vulnerables para una mejor planificación de la ordenación del territorio futura. Por tanto, en Tenerife resulta fundamental tomar en consideración los volcanes de alto riesgo que puedan afectar a grandes núcleos de población, ya sean residenciales o turísticos, y por consiguiente la estructura operativa fundamental de este Plan se apoya en la planificación del desplazamiento de grandes volúmenes de personas en cortos periodos de respuesta ([GVM, 2015](#)).

1.1.1.2 La obligación legal y normativa

El Cabildo Insular de Tenerife, por imposición legal y normativa, está obligado a dotarse de su Plan de Actuación volcánica, según establece la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Volcánico¹ y el Plan Especial de la Comunidad Autónoma frente a este riesgo (PEVOLCA).

A continuación se extrae de la citada Directriz el conjunto de apartados en los que se detalla y proporciona el debido encaje, dentro del sistema público de protección civil, de los Planes de Actuación a elaborar por parte de las administraciones locales.

2. Ámbito territorial de aplicación.

A los efectos de la presente Directriz se consideran dos niveles de planificación: el estatal y el de Comunidad Autónoma, incluyendo en este último los Planes de Actuación que sean confeccionados por las entidades locales.

4. El Plan de Comunidad Autónoma.

El Plan de Comunidad Autónoma ante el Riesgo Volcánico establecerá la organización y los procedimientos de actuación de los recursos y servicios de su titularidad y los que pueden ser asignados al mismo por

¹ Resolución de 21 de febrero de 1996, de la Secretaría de Estado de Interior, disponiendo la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Volcánico

otras Administraciones Públicas o por otras entidades públicas y privadas, al objeto de hacer frente a las emergencias por crisis volcánicas.

4.2 **Funciones básicas.** Entre las funciones básicas del Plan de Comunidad Autónoma ante el Riesgo Volcánico cabe destacar la siguiente:

d) Establecer directrices para la elaboración de Planes de Actuación de Ámbito Local y los sistemas de articulación con las organizaciones de los mismos.

4.4 **Planes de Actuación de Ámbito Local.** *El Plan de la Comunidad Autónoma establecerá dentro de su respectivo ámbito territorial, directrices para la elaboración de Planes de Actuación de Ámbito Local (cabildos insulares y municipios), y especificará el marco organizativo general que posibilite la plena integración de los mismos en la organización de aquél.*

Los Planes de Actuación de Ámbito Local se aprobarán por los órganos competentes de las respectivas corporaciones y serán homologados por la Comisión de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Canarias.

Por su parte, el vigente PEVOLCA² establece, siguiendo las disposiciones de la Directriz Básica antes mencionada, que:

Asimismo y conforme establece la Directriz Básica en su punto 4.4 todas aquellas islas con un elevado riesgo volcánico elaborarán el correspondiente Plan de Actuación Insular por Riesgo Volcánico. Las directrices para la elaboración de los Planes de actuación Insular se encuentran recogidas en el Anexo 2 del presente Plan.

En definitiva, tal como se desprende del propio contenido de las normas citadas, el Cabildo Insular de Tenerife en su condición de administración local está obligado a dotarse de su propio Plan de Actuación, el cual habrá de integrarse en el Plan Especial y complementarlo dentro del ámbito correspondiente.

1.1.1.3 El compromiso del Cabildo Insular de Tenerife con la Protección Civil y la gestión del riesgo volcánico en la isla.

El Cabildo de Tenerife ha dejado patente una especial sensibilidad y preocupación en relación de gestión del riesgo volcánico y la protección civil.

Prueba de ello son los diferentes convenios suscritos con el Instituto Volcanológico de Canarias (INVOLCAN) para la mejora y optimización del

² *DECRETO 112/2018, de 30 de julio, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por riesgo volcánico en la Comunidad Autónoma de Canarias (PEVOLCA)*

sistema de alerta temprana para la vigilancia volcánica en la isla de Tenerife, y también para contribuir al fortalecimiento de la educación, la formación y la concienciación pública sobre el fenómeno volcánico en Canarias en el marco de programas como “Canarias: una ventana volcánica en el Atlántico”.

Otra línea que merece ser destacada es la impulsada a través de la aprobación, por acuerdo de Consejo de Gobierno Insular de octubre de 2014, de la “Estrategia de Acción en materia de Protección Civil del Cabildo de Tenerife”. En este documento se contemplan diversas líneas de acción, entre ellas el desarrollo de diferentes instrumentos para la Planificación de Emergencias y Gestión de Riesgos y, concretamente, la elaboración del Plan de Actuación Insular frente al riesgo volcánico, definida como acción 1.2, otorgándole una prioridad alta.

1.1.2 Otros factores a considerar

1.1.2.1 La baja percepción social del riesgo volcánico

En general, la población residente en Canarias no es muy consciente del riesgo volcánico debido a varios factores entre los que destacan:

- La frágil memoria de la sociedad en general respecto a este tipo de fenómenos naturales, dada la relativa baja frecuencia de las erupciones volcánicas ocurridas en las islas en los últimos 500 años.
- Las creencias erróneas de que el escenario más probable –erupciones basálticas fisurales- de carácter bajo-moderado no representa un

importante riesgo para la población y que las erupciones históricas no han ocasionado la pérdida de vidas humanas, son algunas de las razones que explican esa baja sensibilidad social ante el riesgo volcánico (Pérez, 2006).

- Considerar a las erupciones históricas en Canarias como moderadas o “tranquilas”, subestimando los riesgos asociados a este tipo de eventos, entendiendo que en la actualidad la población y los usos del territorio se han incrementado exponencialmente desde entonces (Pérez, 2006; Mesa de Trabajo, 2007).
- La percepción errónea de considerar las futuras erupciones volcánicas como las ocurridas durante los últimos 500 años, cuando en el pasado geológico reciente, en los últimos 10.000 años, se han registrado en las islas erupciones con un mayor índice de explosividad (Pérez, 2006).
- Además, la confusión técnica y conceptual de los términos de peligrosidad y riesgo volcánico y la probabilidad de ocurrir un episodio eruptivo entre la población contribuyen a la disminución de la percepción social (Pérez, 2006).

Por tanto, entre las acciones a desarrollar para revertir esta situación, donde la percepción del riesgo volcánico no se encuentra acorde a la realidad actual del archipiélago canario y de la isla de Tenerife, se encuentra la elaboración de este Plan de Actuación.

1.1.2.2 *Un territorio más vulnerable*

Como consecuencia del enorme crecimiento poblacional y de ocupación del suelo registrado en Tenerife en los últimos 60 años, período en el que se ha experimentado el mayor salto cuantitativo en la demografía de la Isla³ duplicando el número de habitantes, existe un elevado grado de presión sobre el territorio, incrementado además por el hecho de mantenerse durante décadas como destino turístico de primer orden. En conjunto, la población total de la isla de Tenerife, producto de la agregación de la población residencial y turística, se ha estabilizado en los últimos años en torno al millón (1.000.000) de habitantes, población que desarrolla su actividad principalmente sobre el territorio insular no protegido (un 52% del espacio disponible), dando lugar a una densidad media del orden de 960 hab/km² (PEIN, 2018).

El nivel desarrollo socioeconómico experimentado ha ido acompañado de la progresiva implantación sobre el territorio de todo tipo de infraestructuras en un número elevado (generación y transporte de energía, abastecimiento y saneamiento de agua, red viaria y tranviaria, telecomunicaciones, instalaciones portuarias y aeroportuarias, etc.), sobre las que se sostienen los servicios básicos y esenciales para la población. Esta realidad es lo que determina el incremento de la vulnerabilidad en las últimas décadas, sustentado simplemente en una mayor exposición de elementos a un peligro de origen volcánico. Todo ello, acrecentado

³ Tenerife contaba en 1970 con una población de 394.466 habitantes, casi seis décadas después alcanzó la cifra de 894.636 habitantes (Fuente: ISTAC).

además, por la absoluta dependencia de nuestra sociedad de estas infraestructuras en el día a día, cuya merma o fallo provocaría una situación de emergencia, que se vería amplificada en sus efectos por la limitada capacidad de autoabastecimiento a nivel insular y la excesiva dependencia exterior.

Tal como recoge el propio Plan Insular de Emergencias de Tenerife, en estas circunstancias se requiere de una planificación orientada hacia una doble vertiente: la *planificación sostenible*, que conjugue unas demandas cada vez más exigentes en términos de servicio con el respeto por el medio ambiente y la sociedad; la *planificación de la seguridad y las emergencias*, a los efectos de minorar la exposición y vulnerabilidad de la población frente a cualquier amenaza.

1.1.2.3 *La necesidad de sentar bases para la mejora de la gestión del riesgo*

Como se ha mencionado anteriormente, los grandes periodos de inactividad volcánica de las islas han hecho que la percepción del riesgo volcánico por parte de la población sea insignificante, inexistente o muy remota. El problema surge cuando en los últimos años se han producido varias crisis sismovolcánicas en La Palma, Tenerife y El Hierro, esta última con la erupción volcánica de 2011, provocando incertidumbre y alarmismo entre los habitantes de las islas.

Estas crisis fueron el verdadero detonante que impulsó la elaboración de diversos documentos para la gestión del riesgo volcánico que, pese a la obligación normativa existente, no se habían considerado.



Cabe citar el Plan de Actuación Coordinada de Protección Civil ante una posible erupción volcánica en la Isla de Tenerife en 2004, que condujo a la posterior aprobación del Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por riesgo volcánico en la Comunidad Autónoma de Canarias (PEVOLCA) en 2010. Este Plan Especial tuvo su continuidad, recogiendo las experiencias obtenidas en la gestión de la erupción de El Hierro, en 2018 con la aprobación una versión actualizada del PEVOLCA, cuyas directrices constituyen las bases para el desarrollo de un nuevo instrumento de planificación a escala insular: **el Plan de Actuación Insular frente al riesgo volcánico (PAIV) de Tenerife.**

La gestión del riesgo volcánico dentro del Plan de Actuación implica una serie de acciones a realizar en distintas situaciones y momentos de la crisis, donde las diferentes administraciones, entidades científicas, universidades, asociaciones y la sociedad en su conjunto tienen ciertas cuotas de responsabilidad y compromiso, desarrollando determinadas tareas a las que deberán vincularse en función de sus competencias y capacidad. El fortalecimiento de estas relaciones derivará en una mayor participación de todos los agentes y sectores socioeconómicos que conviven con el riesgo, aportando nuevas oportunidades de integración con los objetivos de comprender y transmitir mejor los niveles de peligrosidad, su adaptación y convivencia en territorios volcánicamente activos, aumentar la resiliencia y, en definitiva, modificar la percepción del riesgo. Por otro lado, este cambio de percepción ayudará a valorar adecuadamente los períodos de incertidumbre que puedan presentarse, así como una mejor comprensión de los boletines de información aportados por el IGN e INVOLCAN, creando

un clima de mayor aceptación de las acciones y decisiones llevadas a cabo por el Cabildo Insular de Tenerife en caso de emergencia volcánica.

Por tanto, los enfoques participativos entre todos los actores intervinientes contribuirán a afianzar los pilares básicos sobre los que se asienta el PAIV, a través de la comunicación, el entendimiento, la coordinación y la confianza que se irá construyendo en vista de una evacuación preventiva oportuna por exposición y vulnerabilidad ante una erupción ([MIAVITA, 2012](#)⁴, [GVM, 2015](#)).

⁴ MIAVITA. *Handbook for Volcanic Risk Management: Prevention, Crisis Management, Resilience. Financed by the European Commission under the 7th Framework Programme for Research and Technological Development, Area "Environment", Activity 6.1 "Climate Change, Pollution and Risks"*





1.2 Definición

De acuerdo con el criterio fijado por la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Volcánico, los Planes de Actuación local, competencia de los Cabildos y Municipios de la isla, son planes que desarrollan y complementan al Plan Especial de Comunidad Autónoma (PEVOLCA). Fundamentalmente desarrollan determinadas acciones y tareas identificadas por el Plan Especial, cuya planificación y concreción es más propia y estará mejor ejercida desde estas administraciones locales debido, por un lado, a los medios y recursos de los que disponen y, por otro, a las competencias que ostentan dichas administraciones en muchas de las tareas que el Plan les encomienda, con especial significación en este caso al Cabildo.

Definimos por tanto el PAIV como *“el instrumento de carácter técnico de ámbito insular que determina la estructura organizativa y funcional de todos los medios y recursos llamados a intervenir durante una emergencia por riesgo volcánico en la isla, así como sus procedimientos de actuación y mecanismos de coordinación”*, asumiendo, desde su plena autonomía organizativa, la ejecución de aquellas funciones que le son encomendadas por el Plan Especial de la Comunidad Autónoma.

Con este instrumento se pretende reforzar y mejorar la respuesta con el objetivo de minimizar los posibles daños personales, materiales, económicos y medioambientales y permitir el restablecimiento de los servicios básicos para la población en el menor tiempo posible tal y como se contempla el Plan Especial de Protección Civil y Atención de

Emergencias por riesgo volcánico en la Comunidad Autónoma de Canarias (PEVOLCA).



1.3 Objetivos

Es objeto del Plan de Actuación Insular frente al Riesgo Volcánico la planificación del conjunto de acciones competencia del Cabildo Insular de Tenerife, que van a permitir dar una respuesta ordenada, ágil, eficaz y eficiente ante una emergencia por riesgo volcánico en la isla, en aplicación del Plan Especial de Comunidad Autónoma.

De manera específica el PAIV de Tenerife deberá:

- Desarrollar la estructura organizativa y funcional para la intervención adecuada en emergencias de carácter volcánico y asociados ocurridas en el territorio de la isla de Tenerife con el fin de evitar situaciones disfuncionales y asegurar la necesaria coherencia operativa entre la coordinación de las distintas organizaciones participantes.
- Establecer los mecanismos y procedimientos de coordinación con el PEVOLCA y con los Planes de Actuación de los municipios o, en su defecto, con los Planes de Emergencias Municipales (PEMUs) para garantizar la adecuada integración.
- Establecer los sistemas de articulación con las organizaciones de las Administraciones Municipales y Locales dentro del territorio de la isla de Tenerife.
- Zonificar el territorio en función del riesgo volcánico y las previsible consecuencias de las erupciones volcánicas, tanto submarinas como aéreas.
- Establecer los procedimientos de información a la población y su difusión y divulgación, y asegurar su continuidad a través de un proceso educativo en los centros de formación y las organizaciones sociales.
- Elaborar los diferentes subplanes de evacuación, albergue, comunicaciones, información a la población y mantenimiento de servicios básicos previstos en el PEVOLCA para este tipo de planes.
- Desarrollar un catálogo de medios y recursos específicos municipales y locales (infraestructuras e instalaciones) a disposición de las actuaciones previstas, y, asimismo, la digitalización en un SIG de los elementos vulnerables con el objetivo de integrar el Plan de Actuación en el Plan PEVOLCA.
- Establecer, en su caso, un catálogo de infraestructuras, instalaciones, actividades y Espacios Naturales Protegidos, que por sus características deban elaborar su correspondiente Plan de Autoprotección.
- Establecer los mecanismos de implantación y mantenimiento para lograr la efectiva operatividad del Plan.
- Identificar los riesgos intrínsecos y extrínsecos que se puedan presentar durante una crisis sismovolcánica y volcánica y los elementos vulnerables en las zonas de riesgo.
- Establecer la planificación de los mecanismos, según se establece en la normativa, para la implantación y el mantenimiento de la eficacia del Plan de Actuación con el fin de garantizar su correcta práctica en el tiempo.
- Establecer los protocolos de notificación de emergencias al Centro Coordinador y la coordinación entre la dirección del Plan de Actuación y el Plan PEVOLCA.



- Establecer las formas de colaboración de la Administración (local, municipal y/o insular) con los planes y las actuaciones del sistema público de Protección Civil.

Este Plan de Actuación Insular será de aplicación en cualquier emergencia o situación de riesgo volcánico que pueda acontecer dentro de la isla de Tenerife, en aplicación del PEVOLCA.

Para cumplir el objetivo de la Protección Civil, es necesaria la estrecha colaboración entre los distintos servicios que actúan en este tipo de emergencia y, por consiguiente, ésta es una labor a desarrollar entre los diferentes servicios municipales y supramunicipales y no debe limitarse, sólo y exclusivamente, a las actuaciones coordinadas una vez ocurrida la erupción volcánica, sino que ha de existir un trabajo de colaboración previo, durante y posterior a la manifestación de la situación de emergencia.

1.4 Marco Legal

1.4.1 Normativa de referencia

Para la redacción del Plan de Actuación Insular frente al Riesgo Volcánico de la isla de Tenerife (PAIV), se ha tomado como referencia la normativa sectorial específica en materia de protección civil, concretamente y en orden cronológico:

1. Norma Básica de Protección Civil aprobada por Real Decreto 407/1992. Esta Norma estableció que serían objeto de Planes Especiales, entre otras, las emergencias por riesgo volcánico y que estos Planes serían elaborados de acuerdo con la correspondiente Directriz Básica desarrollada por el Estado.
2. Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Volcánico (Resolución de 21 de febrero de 1996, de la Secretaría de Estado de Interior, disponiendo la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la Directriz Básica).
3. Plan Estatal de Protección Civil ante el Riesgo Volcánico. (Resolución de 30 de enero de 2013, de la Subsecretaría, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 25 de enero de 2013, por el que se aprueba el Plan Estatal).
4. Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por riesgo volcánico en la Comunidad Autónoma de Canarias (PEVOLCA) (DECRETO 112/2018, de 30 de julio, concretamente su Anexo Nº 2.

Además de esta normativa de referencia, también se han considerado otras normas, instrumentos y documentos normativos al objeto de constituir un marco jurídico idóneo para la aplicación del PAIV.

La relación de normas que a continuación se citan está ordenada por ámbitos y tienen diferente alcance y grado de aplicación en relación a la planificación del riesgo volcánico. Unas son normas sectoriales de Protección Civil y, por tanto, con mayor grado de influencia sobre los contenidos de este Plan de Actuación (por ejemplo, la Ley del Sistema Nacional de Protección Civil, la Norma Básica de 1992, la Directriz Básica de aplicación, el Plan Estatal y el PEVOLCA). Otras son normas o disposiciones que no tienen conexión directa con los objetivos que persigue este Plan, pero que pueden quedar afectadas durante la gestión volcánica.

1.4.2 Documentación y Normativa de la Unión Europea

- Propuesta de Decisión del Consejo por la que se establece un mecanismo de coordinación de intervenciones de protección civil en situaciones de emergencia (<<Comisión Europea>> *núm 593 final, de 29 de septiembre de 2000*).
- Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Protección Civil: estado de alerta preventiva frente a posibles emergencias («Comisión Europea» *núm. 0707 final, de 28 de noviembre de 2001*).

- Decisión 1313/2013/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de diciembre de 2013, relativa a un Mecanismo de Protección Civil de la Unión Europea («Diario Oficial de la Unión Europea» núm. L347/924, de 20 de diciembre de 2013).
 - Decisión de ejecución de la Comisión de 16 de octubre de 2014 por la que se establecen las normas de desarrollo de la Decisión no 1313/2013/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a un Mecanismo de Protección Civil de la Unión, y por la que se derogan las Decisiones 2004/277/CE, Euratom y 2007/606/CE, Euratom («Diario Oficial de la Unión Europea» núm. L320/01, de 06 de noviembre de 2014).
 - Comunicación de la Comisión. Directrices de evaluación de la capacidad de gestión de riesgos («Diario Oficial de la Unión Europea» núm. C 261/03, de 8 de agosto de 2015).
 - Decisión de Ejecución (UE) 2018/142 de la Comisión, de 15 de enero de 2018, por la que se modifica la Decisión de Ejecución 2014/762/UE, por la que se establecen las normas de desarrollo de la Decisión n.º 1313/2013/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a un Mecanismo de Protección Civil de la Unión («Diario Oficial de la Unión Europea» núm. L25/40, de 30 de enero de 2018).
- ### 1.4.3 Normativa estatal
- Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las bases de Régimen Local («BOE» núm. 80, de 3 de abril de 1985 – 5392).
 - Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, por el que se aprueba la Norma Básica de Protección Civil («BOE» núm. 105, de 1 de mayo de 1992 – 9364).
 - Resolución de 21 de febrero de 1996, de la Secretaría de Estado de Interior, disponiendo la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de protección civil ante el Riesgo Volcánico («BOE» núm. 55, de 4 de marzo de 1996 – 4496).
 - Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02) («BOE» núm. 244, de 11 de octubre de 2002 – 19687).
 - Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones («BOE» núm. 276, de 18 de noviembre de 2003 – 20977).
 - Real Decreto 307/2005, de 18 de marzo, por el que se regulan las subvenciones en atención a determinadas necesidades derivadas de situaciones de emergencia o de naturaleza catastrófica, y se establece el procedimiento de concesión («BOE» núm. 67, de 19 de marzo de 2005 – 4573).
 - Resolución de 19 de enero de 2006, de la Subsecretaría, por la que se da publicidad al Acuerdo de Consejo de Ministros por el que se crea la Unidad Militar de Emergencias (UME) («BOE» núm. 17, de 20 de enero de 2006 – 843).
 - Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación («BOE» núm. 74, de 28 de marzo de 2006 – 5515).

- Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia («BOE» núm. 72, de 24 de marzo de 2007 – 6237).
- Real Decreto 477/2007, de 13 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 307/2005, de 18 de marzo, por el que se regulan las subvenciones en atención a determinadas necesidades derivadas de situaciones de emergencia o de naturaleza catastrófica, y se establece el procedimiento para su concesión («BOE» núm. 90, de 14 de abril de 2007 – 7868).
- Orden INT/277/2008, de 31 de enero, por la que se desarrolla el Real Decreto 307/2005, de 18 de marzo, por el que se regulan las subvenciones en atención a determinadas necesidades derivadas de situaciones de emergencia o de naturaleza catastrófica, y se establece el procedimiento para su concesión («BOE» núm. 37, de 12 de febrero de 2008 – 2383).
- Real Decreto 1468/2008, de 5 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la norma básica de autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia («BOE» núm. 239, de 3 de octubre de 2008 – 15919).
- Real Decreto 32/2009, de 16 de enero, por el que se aprueba el Protocolo nacional de actuación Médico-forense y de Policía Científica en sucesos con víctimas múltiples («BOE» núm. 32, de 6 de febrero de 2009 – 2029).
- Real Decreto 1097/2011, de 22 de julio, por el que se aprueba el Protocolo de Intervención de la Unidad Militar de Emergencias («BOE» núm. 178, de 26 de julio de 2011 – 12869).
- Resolución de 30 de enero de 2013, de la Subsecretaría, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 25 de enero de 2013, por el que se aprueba el Plan Estatal de Protección Civil ante el Riesgo Volcánico («BOE» núm. 36, de 11 de febrero de 2013 – 1421).
- Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil («BOE» núm. 164, de 10 de julio de 2015 – 7730).
- Orden PCI/1283/2019, de 7 de diciembre, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 20 de diciembre de 2019, por el que se modifican directrices básicas de planificación de protección civil y planes estatales de protección civil para la mejora de la atención a las personas con discapacidad y a otros colectivos de especial vulnerabilidad ante emergencias («BOE» núm. 3, de 3 de enero de 2020).

1.4.4 Normativa autonómica

- Plan de Seguridad Canario, aprobado por el Gobierno de Canarias en su sesión de 30 de abril de 1997 y ratificado por el Parlamento de Canarias el 29 de abril de 1998.
- Orden de 21 de diciembre de 1999, por la que se determina el marco de funcionamiento del Centro Coordinador de Emergencias y

Seguridad (CECOES 1-1-2) («BOC» núm. 167, de 22 de diciembre de 1999 – 2139).

- Orden de 23 de febrero de 2001, por la que se delega en el Director General de Seguridad y Emergencias la competencia para la firma de acuerdos operativos a celebrar con Corporaciones Insulares y Municipales del Archipiélago Canario relativos a asuntos en materia de Protección Civil y Atención de Emergencias («BOC» núm. 28, de 2 de marzo de 2001 – 345).
- Ley 9/2007, de 13 de abril, del Sistema Canario de Seguridad y Emergencias y de modificación de la Ley 6/1997, de 4 de julio, de Coordinación de las Policías Locales de Canarias. («BOC» núm. 77, de 18 de abril de 2007 – 583).
- Decreto 119/2007, de 15 de mayo, por el que se crea y regula el Grupo de Emergencias y Salvamento (GES) de la Comunidad Autónoma de Canarias («BOC» núm. 105, de 25 de mayo de 2007 – 821).
- Decreto 72/2010, de 1 de julio, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por riesgo sísmico en la Comunidad Autónoma de Canarias (PESICAN) («BOC» núm. 139, 16 de julio de 2010 – 4124).
- Decreto 112/2018, de 30 de julio, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por riesgo volcánico en la Comunidad Autónoma de Canarias (PEVOLCA) («BOC» núm. 154, 9 de agosto de 2018 – 3785).
- Decreto 306/2011, de 21 de octubre, por el que se crea y regula el Comité de Coordinación de las actividades de estudio e investigación

de la erupción volcánica de El Hierro («BOC» núm. 211, 26/10/2011 – 5557).

- Decreto 67/2015 de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Autoprotección exigible a determinadas actividades, centros o establecimientos que puedan dar origen a situaciones de emergencia en la Comunidad Autónoma de Canarias («BOC» núm 98, 25 de mayo de 2015) o.
- Decreto 98/2015, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Plan Territorial de Emergencias de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Canarias (PLATECA) («BOC» núm. 104, 2 de junio de 2015 – 2610).
- Decreto 137/2016, de 24 de octubre, por el que se aprueba el reglamento Orgánico de la Consejería de Política Territorial, Sostenibilidad y Seguridad («BOC» núm. 242, 16 de diciembre de 2016 – 4673).

1.5 Marco competencial

1.5.1 El Plan de Actuación Insular

El Plan de Actuación Insular ante el Riesgo Volcánico de Tenerife (PAIV) está estructurado, organizado e integrado a partir de la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Volcánico, el Plan Estatal de Protección Civil ante el Riesgo Volcánico y el Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por Riesgo Volcánico en la Comunidad Autónoma de Canarias (PEVOLCA). De estas tres disposiciones normativas se establece también los protocolos y procedimientos de actuación que permitan asegurar una respuesta eficaz en el caso de emergencias volcánicas.

En consecuencia, la estructura general de planificación desarrollada en el PAIV de Tenerife obedece a los siguientes principios:

- Complementariedad de las funciones asignadas a cada nivel de planificación.
- Coordinación y asistencia recíproca entre las organizaciones correspondientes a niveles diferentes.
- Integración de los sistemas de emergencia en los distintos niveles.

Las distintas administraciones juegan un papel importante en la gestión de la crisis volcánica (Estado, CC.AA, Cabildos y municipios), a partir del alcance y objetivos que persiguen los diferentes Planes y que están fijados por la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo

Volcánico, el Plan Especial de Protección Civil y el PEVOLCA. A grandes rasgos:



El Plan Estatal establecerá la organización y procedimientos de actuación de aquellos recursos y servicios del Estado que sean necesarios para asegurar una respuesta eficaz del conjunto de las Administraciones Públicas, ante situaciones de emergencia por crisis volcánica en las que esté presente el interés nacional, así como los mecanismos de apoyo a los Planes de Comunidad Autónoma en el supuesto de que éstos lo requieran o no dispongan de capacidad suficiente de respuesta.



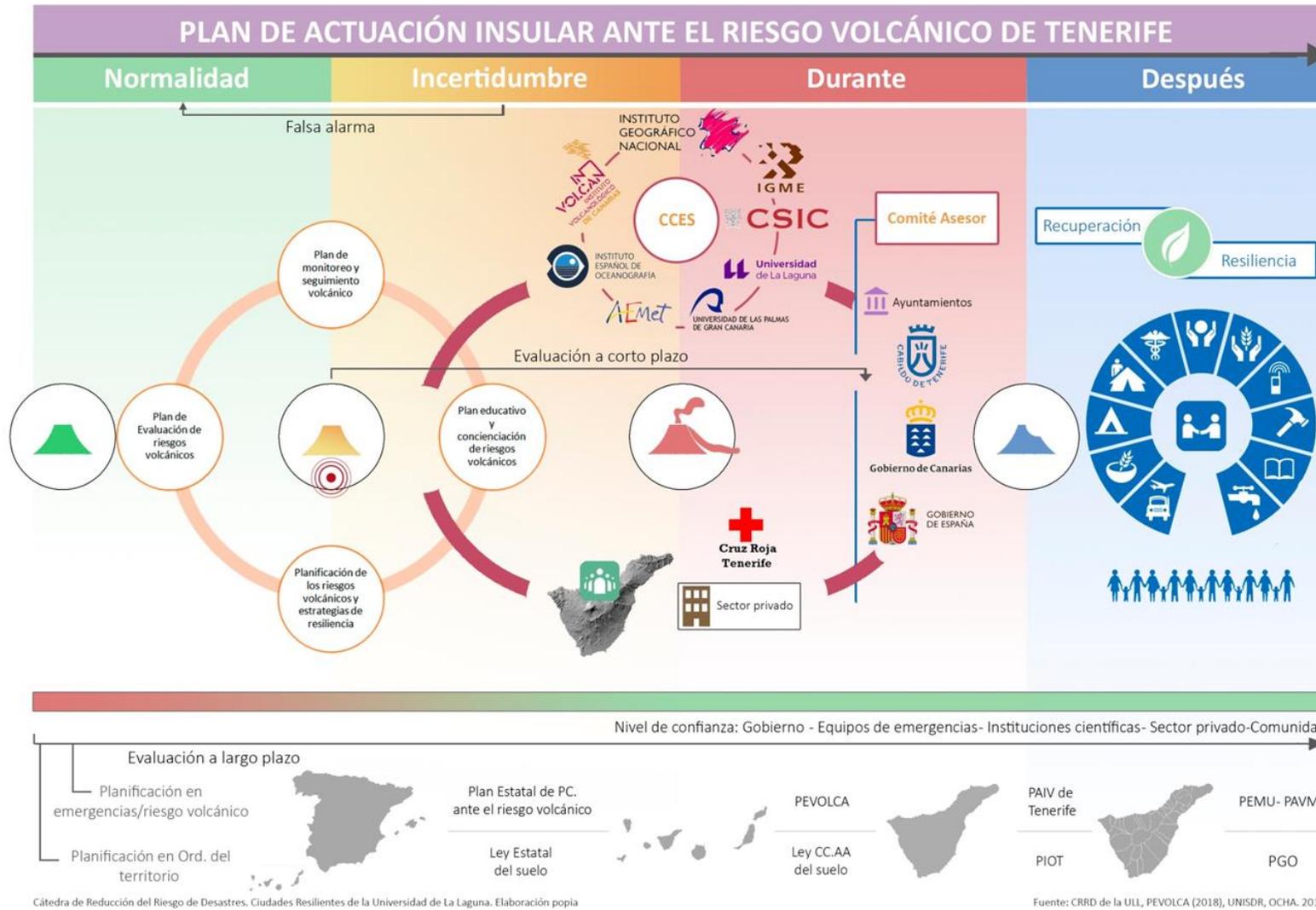
El PEVOLCA desarrolla la organización y procedimientos de actuación de los recursos y servicios cuya titularidad corresponde a las Administraciones Públicas Canarias, así como de los que puedan ser asignados al mismo por la Administración General del Estado o por otras entidades públicas o privadas, con el objeto de hacer frente a emergencias sismovolcánicas dentro del ámbito territorial autonómico.



El PAIV especifica y complementa al PEVOLCA, determinando la estructura organizativa y los procedimientos necesarios para poder llevar a cabo aquellas acciones y tareas que se deben realizar desde el ámbito insular en relación con sus competencias y capacidades.



El Plan de Actuación Municipal también complementa y desarrolla al PEVOLCA en el ámbito municipal, encargándose de planificar las funciones propias en su ámbito competencial, en coordinación con los Cabildos y el Gobierno Autónomo.



1.5.2 Los Planes de Actuación Municipales

De los 31 municipios que forman parte de la isla de Tenerife, más de la mitad dispone de su Plan de Emergencias Municipal (PEMU). Los municipios restantes de la Isla, según las directrices que se exponen en el PEVOLCA, deberán elaborar su Plan de Emergencias Municipal en función de la normativa vigente y del Plan Territorial de Emergencias de Protección Civil de Canarias PLATECA, en el punto en que se describe la planificación de emergencias.

Su finalidad es constituirse en un instrumento eficaz para hacer frente a las situaciones de emergencias y/o desastres de cualquier tipo que se puedan presentar en cada municipio de Tenerife y establecer el marco organizativo general y un protocolo de actuación a nivel municipal. Una vez aprobados y determinado la evaluación del riesgo en función de los distintos impactos que una erupción puede provocar sobre la población, infraestructuras, servicios esenciales, etc. y la probabilidad de ocurrencia del suceso, deberán elaborar su Plan de Actuación a nivel Municipal que se integrará en la estructura de planificación de emergencias por riesgo volcánico del PAIV de Tenerife y del PEVOLCA.

En caso de que los municipios no cuenten con su Plan de Actuación durante una emergencia por riesgo volcánico se activará en su defecto el Plan de Emergencias Municipal, integrado en el PAIV de Tenerife y el PEVOLCA.

Asimismo, los Planes de Emergencia Municipales, según lo establecido por la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo

Volcánico, el PLATECA, el PEVOLCA y el PAIV de Tenerife, en cuanto al riesgo volcánico se refiere, deben contener las siguientes funciones:

- Prever la estructura organizativa y los procedimientos para la respuesta municipal inicial en emergencias por riesgo volcánico, dentro del ámbito del municipio, entendiendo que esta se subordinará a la estructura insular, una vez se ponga ésta al mando de la emergencia.
- Establecer sistemas de articulación con las organizaciones de otras Administraciones Locales incluidas en su entorno o ámbito territorial.
- Zonificar el territorio en función del riesgo volcánico y sus posibles consecuencias, en concordancia con lo establecido en el presente PAIV y el PEVOLCA. Para ello se podrán establecer medidas encaminadas a la prevención de dichas consecuencias o al apoyo del despliegue operativo en la emergencia.
- Prever la organización de grupos locales para la prevención y primera intervención, en los que podría quedar encuadrado personal voluntario, y fomentar y promover la autoprotección.
- Establecer medidas de información y formación a la población sobre el riesgo volcánico, así como sobre las medidas de autoprotección a utilizar en caso de emergencia. Se deberá hacer especial hincapié en la creación de zonas seguras para refugio de la población y de procedimientos de evacuación o confinamiento hacia estas, así como la determinación de los puntos de reunión y albergue.
- Catalogar los medios y recursos específicos para la puesta en práctica de las actividades previstas.

- Poner en marcha medidas de autoprotección de los núcleos urbanos, edificaciones e infraestructuras.
- Hacer cumplir por parte de los titulares o propietarios las medidas preventivas establecidas en los Planes de Autoprotección.
- Organizar la estructura íntegra en las funciones en que el municipio es directamente responsable, tales como el aviso a la población, sistemas de alerta en zonas rurales o diseminados, la evacuación de la población en caso de emergencia, puntos de reunión, rutas de evacuación, traslado a albergues provisionales, evacuación de personas con necesidades especiales, el albergue de evacuados, avituallamiento, condiciones de salubridad en albergues, retorno a sus domicilios, etc.

Por último, los Planes Municipales de Emergencias se aprobarán por los órganos de la corporación local y serán homologados por la Comisión de Protección Civil y Atención de Emergencias de Canarias.

Aquellos municipios que ya tuvieran el Plan de Emergencia homologado adecuarán el mismo para incluir la descripción de la Actuación por riesgo volcánico dentro del PEMU.

1.5.3 Planes de Autoprotección

El Real Decreto 393/2007 de 23 de marzo aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.

En Canarias el Real Decreto ha sido desarrollado a través del Decreto 67/2015, de 30 de abril.

El objetivo fundamental es establecer la obligación de elaborar, implantar materialmente y mantener operativos los Planes de Autoprotección y determinar el contenido mínimo que deben incorporar estos planes en aquellas actividades, centros, establecimientos, espacios, instalaciones y dependencias que, potencialmente puedan generar o resultar afectadas por situaciones de emergencia, en este caso de origen volcánico. Las normas relativas a la gestión y funcionamiento de los Planes de autoprotección serán establecidas por el órgano competente de la Comunidad Autónoma de Canarias en materia de Protección Civil y Emergencias. En aquellas zonas que se consideren como de riesgo volcánico alto o muy alto por el PEVOLCA, los planes de autoprotección estarán obligados a considerar de manera específica y detallada los riesgos volcánicos.

1.6 Canarias en el contexto internacional sobre la Gestión de Reducción del Riesgo de Desastres de origen volcánico

La gestión del riesgo volcánico a partir de este Plan redundará en sensibilizar y concienciar a la población de que reside en un territorio volcánico activo, independientemente del tipo de probabilidad de que se produzca una erupción volcánica. La inactividad volcánica durante largos períodos de tiempo ha ayudado a consolidar la idea errónea de la poca significancia que poseen los volcanes de Canarias o en su defecto, la negación de la misma, sin contar como se ha mencionado anteriormente, que tanto la vulnerabilidad y la exposición han aumentado. Esta escasa percepción del riesgo volcánico ha sido desplazada hacia otras amenazas de mayor frecuencia como las de origen climático (PEVOLCA, 2018), no sólo desde el punto de vista regional sino también a nivel global, donde la consideración de los peligros volcánicos y su impacto social, económico y medioambiental se ha empezado a considerar a partir del último informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres publicado en 2015 (GAR, 2015) y tras las erupciones posteriores de gran magnitud después de la ocurrida en Nevado del Ruíz en 1985, al suponer un punto de inflexión en la gestión del riesgo de desastres de origen volcánico (UNISDR, 2015).

En el contexto internacional, Canarias se encuentra dentro de las regiones volcánicas con mayor proporción de población expuesta ante las amenazas de origen volcánico. Dicho porcentaje se encuentra rozando el 80%, situándose incluso por encima de países como Costa Rica, Nicaragua o

Guatemala (GAR 2015). Esta alta exposición demuestra la importancia de contar con planes de gestión del riesgo de desastres y de Protección Civil como el presente Plan, aun existiendo antecedentes también de los grandes impactos económicos que las erupciones volcánicas han generado a escala local, insular, autonómico, nacional y global (GAR 2015⁵; GVM, 2015).

Los desastres de origen volcánico apenas han sido evaluados para su gestión previa y ha sido a partir de los impactos producidos por las últimas erupciones lo que ha dado lugar a su comprensión y la necesidad de optimizar los sistemas de seguimiento de volcanes y de alerta temprana, elaborar planes de emergencia, al igual que una planificación en la ordenación del territorio acorde a los riesgos, mejorar la forma de comunicación de las situaciones ex ante, durante y ex post de la erupción volcánica a la población y el aumento de la sensibilización y conciencia ante este tipo de amenazas (GVM, 2015). Estos aspectos están recogidos en este Plan de Actuación ante el Riesgo Volcánico de la isla de Tenerife, que se expondrán detalladamente en los próximos capítulos y que ayudarán a reducir la mortalidad, los impactos económicos y medioambientales, y fomentará el incremento de la resiliencia de la comunidad insular.

⁵ GAR15. *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2015*, UNISDR. Disponible en: <https://preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/home/index.html>

1.7 El PAIV de Tenerife y el Marco de Sendai aplicado al riesgo volcánico (2015-2030)

En el Marco de Acción de Hyogo (MAH) de las Naciones Unidas que se adoptó para el decenio 2005-2015 se desarrollaron las claves y recomendaciones para la reducción del riesgo de desastres en base a cinco prioridades. Estos supuestos se basaron fundamentalmente en consolidar una base institucional sólida para asegurar la reducción del riesgo de desastres como prioridad; mejorar los sistemas de alerta temprana e identificar, evaluar y seguir los riesgos de desastres; utilizar los conocimientos, innovaciones y la educación para crear una cultura de seguridad y de resiliencia en todos niveles (local, regional y nacional); reducir los factores de riesgo subyacentes a través de la gestión de la vulnerabilidad y la elaboración de instrumentos de planificación; y por último, fortalecer la preparación para casos de desastres para asegurar una respuesta eficaz también en todos los niveles (MAH, 2005).

La aplicación de este modelo de acción y de sus cinco supuestos en la gestión del riesgo de desastres de origen volcánico ha sido muy relevante, habiendo constancia de la reducción de muertes causadas por erupciones volcánicas en las últimas décadas, demostrando a su vez los beneficios que conlleva la coordinación de los sistemas de monitoreo de volcanes con la aplicación de la ciencia, la mejora de los pronósticos, comunicación y preparativos, así como en la mejora de la capacidad de respuesta por parte de las instituciones gubernamentales y autoridades civiles, consolidando los sistemas de alerta temprana, reduciendo el riesgo y creando una mayor resiliencia social y económica (GAR, 2015; GVM, 2015). Como resultado, se

estima que la implementación de estas medidas han salvado unas 50.000 vidas a lo largo del último siglo (Auker et al., 2013 en GAR, 2015)

En la actualidad, el Marco de Acción de Hyogo ha sido continuado por el Marco de Acción de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Pretende continuar los trabajos realizados por el antiguo marco, incorporando la planificación, la gestión del riesgo de desastres y las líneas de acción en base a las siguientes cuatro prioridades:

- Prioridad 1: Comprender el riesgo de desastres.
- Prioridad 2: Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo.
- Prioridad 3: Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia.
- Prioridad 4: Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y para “reconstruir mejor” en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

Estas prioridades pueden implementarse a nivel local y, por tanto, dentro de los instrumentos de planificación del riesgo volcánico las experiencias adquiridas en otros países hacen que la aplicación de las recomendaciones señaladas en el Marco de Sendai sea posible y beneficiosa para el PAIV de Tenerife. En esta línea, el Cabildo Insular de Tenerife consciente de la importancia de ofrecer una respuesta eficaz y coordinada en caso de emergencia volcánica en la isla, ha reunido los esfuerzos necesarios para



invertir en su propio PAIV y en crear nuevas alianzas entre las autoridades civiles, científicos, universidad, la comunidad tinerfeña, asociaciones, organizaciones no gubernamentales y el sector privado, a fin de lograr la elaboración del PAIV y fortalecer la gobernanza.



2020

Plan de Actuación Insular
frente al riesgo
volcánico



PAIV



CAPÍTULO 2: ÁMBITO GEOGRÁFICO



2 ÁMBITO GEOGRÁFICO

2.1	Situación y topografía.....	24
2.1.1	Las Grandes Unidades topográficas.....	25
2.2	Contexto geológico y geomorfológico.....	33
2.2.1	Los macizos volcánicos mio-pliocenos.....	35
2.2.2	El Edificio Cañadas.....	37
2.2.3	Los estratovolcanes del Teide y Pico Viejo.....	39
2.2.4	Las dorsales volcánicas.....	43
2.3	Hidrología.....	59
2.3.1	Rasgos de las redes y cuencas de drenaje de Tenerife.....	59
2.3.2	La red de drenaje de Tenerife.....	61
2.3.3	Configuración y orden de las cuencas hidrográficas de Tenerife.....	66
2.3.4	La esorrentía superficial.....	70
2.3.5	Las aguas subterráneas.....	72
2.3.6	Las unidades morfo-hidrológicas.....	75
2.3.7	Hidrología y volcanismo.....	77
2.4	Clima (tipos de tiempo).....	78
2.4.1	El régimen térmico.....	78
2.4.2	Las precipitaciones.....	78
2.4.3	El régimen de vientos.....	79
2.4.4	Tipos de tiempo con relación al riesgo volcánico.....	80
2.5	Vegetación.....	83
2.5.1	Patrones generales de distribución de la vegetación.....	83
2.5.2	Implicaciones de la vegetación de Tenerife en los procesos eruptivos.....	85
2.6	Población y poblamiento.....	86
2.6.1	Demografía.....	86
2.6.2	Índices de juventud, vejez y envejecimiento.....	89
2.6.3	Identificación de los grupos vulnerables frente al riesgo volcánico de Tenerife.....	90
2.7	Red de transporte.....	106
2.7.1	Infraestructura viaria.....	106
2.7.2	El parque móvil.....	106
2.7.3	Localización y características viarias de los principales ejes insulares e intramunicipales.....	108
2.7.4	Volúmenes de tráfico y problemas de funcionalidad en las vías principales.....	115
2.7.5	Los accesos a los Aeropuertos y Puertos de la isla.....	116
2.7.6	La infraestructura viaria durante la emergencia volcánica.....	116
2.7.7	Infraestructuras portuarias.....	117
2.7.8	Infraestructura aeroportuaria.....	126
2.7.9	Localización de los aeropuertos y helipuertos.....	127
2.7.10	Volumen y características del tráfico aéreo y de pasajeros en los aeropuertos.....	127
2.7.11	Los aeropuertos y las aeronaves durante la emergencia volcánica.....	131
2.8	Red de Telecomunicaciones.....	136
2.8.1	Localización y características de la red de telecomunicaciones.....	136
2.8.2	La red de telecomunicaciones durante la emergencia volcánica.....	138
2.9	Energía y red eléctrica.....	138
2.9.1	La red eléctrica durante la emergencia volcánica.....	140
2.10	La actividad pecuaria.....	141
2.10.1	La actividad ganadera. Localización y características.....	141



2.10.2	La ganadería y los animales domésticos durante la emergencia volcánica	145
2.11	Infraestructuras hidráulicas	148
2.11.1	Sistemas de captación de agua	148
2.11.2	Sistemas de producción industrial del agua.....	150
2.11.3	Transporte del agua	151
2.11.4	Almacenamiento del Agua	154
2.11.5	Sistemas territoriales de infraestructuras hidráulicas.....	156



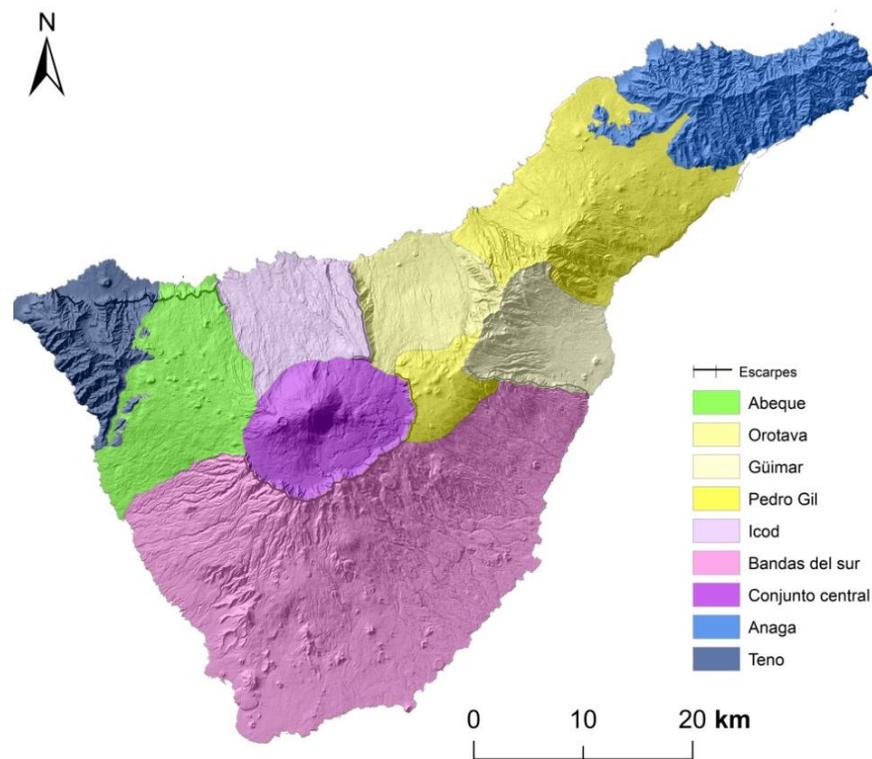
2.1 Situación y topografía

De los 7.446,95 km² que constituye la superficie total del Archipiélago Canario, Tenerife supone el 27,32% del territorio de Canarias (ISTAC, 2018). Es la isla de mayor extensión superficial (2.034,38 km²), pero también la de mayor altitud (Pico del Teide 3.715,6m) y perímetro costero (342 km) del Archipiélago.

Ubicada en el sector central del Archipiélago Canario, Tenerife es una isla de base trapezoidal, con su lado mayor ubicado en la costa suroriental y su lado menor en la costa norte de Anaga. Constituye una isla de orografía compleja, que se articula en torno a un sector central, donde se alcanzan las cotas máximas de la isla (Las Cañadas y Teide-Pico Viejo), y del Archipiélago Canario. Este sector central se desarrolla hasta la costa septentrional y meridional a través de rampas de mayor o menor pendiente, dando lugar respectivamente a las unidades topográficas del Valle de Icod y de un amplio dorso sur que se desarrolla a partir de la cumbre de la pared de Las Cañadas, y desde La Ladera de Güímar, al este, y el Barranco de Aripe al oeste. A partir de este núcleo central la isla se extiende hacia el NW a través de la cordillera dorsal de Pedro Gil, a la que se vinculan los “valles de Güímar y La Orotava, hasta el extremo nororiental de Anaga, y hacia el NW a través de las Cumbres de Abeque hasta la Punta de Teno. Todos estos sectores se articulan en torno a una línea de cumbres arqueada y de mayor o menor continuidad espacial, que se extiende desde el extremo nororiental hasta el noroccidental pasando por el centro insular. Esta línea de cumbres compartimenta el relieve insular, y cada una de las unidades fisiográficas que lo articulan, excepto el amplio dorso de las Cañadas que se emplaza claramente en el sur insular,

en dos vertientes de clara individualización topográfica, e incluso climática y biogeográfica (Figura 1).

Figura 1. Grandes Unidades Topográficas de Tenerife



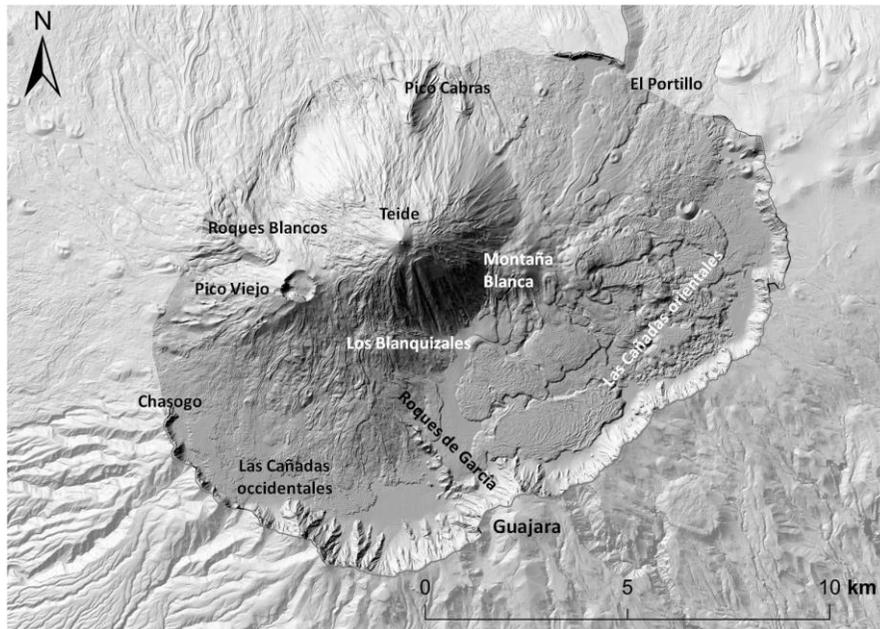
Fuente: Elaboración propia

2.1.1 Las Grandes Unidades topográficas

2.1.1.1 El sector central de alta montaña

Uno de los rasgos que mejor definen el relieve del centro insular es la elevada altitud del conjunto, ya que una extensión importante, prácticamente el 95% de su territorio se encuentra por encima de los 2.000 m de altitud. Todo este sector se localiza en el municipio de La Orotava.

Figura 2. Unidad Topográfica Central



De hecho, en esta área central, altitudes y pendientes delimitan de modo claro tres ámbitos distintos. En primer lugar, un amplio sector central, Las Cañadas del Teide, cuya planta adopta la forma de una media luna, mostrando cotas entre los 2.000 m y los 2.300 m de altitud y pendientes con valores situados entre 0° y 20°. Limitado hacia el norte, este, sur y sudoeste por áreas topográficamente más elevadas, este sector se configura como una amplia depresión que solo se encuentra abierta en el área de El Portillo y en las cercanías de Chasogo. En realidad, su altitud asciende de modo paulatino desde la zona de la pared de Las Cañadas hacia el área ocupada por el Teide y Pico-Viejo (Figura 2).

También desde el occidente a oriente, la depresión muestra una diferencia en altura de unos 200 m, por lo que es posible diferenciar entre Las Cañadas orientales y las occidentales. En las Cañadas orientales el mapa de pendientes es mucho más irregular y variado, observándose la existencia de una serie de líneas bien definidas donde los valores de la pendiente general aumentan de modo brusco hasta alcanzar los 40°, e incluso, puntualmente, los 50°. Estas unidades se encuentran dispuestas de forma más o menos radial respecto al Teide. Por el contrario, en las Cañadas occidentales el mapa de pendientes es simple, sin irregularidades internas a destacar, salvo la ausencia de sectores donde se alcancen pendientes superiores a los 20° y el ligero y paulatino incremento de los desniveles hacia el sector del Teide y Pico Viejo, lo que dibuja unidades dispuestas de modo paralelo a estos accidentes y a la geometría de la pared de Las Cañadas. Estas dos grandes unidades están separadas en el sector de Los Roques de García por una continua y estrecha franja definida por los

porcentajes más elevados de todo el sector central, con pendientes que llegan a alcanzar hasta los 70°.

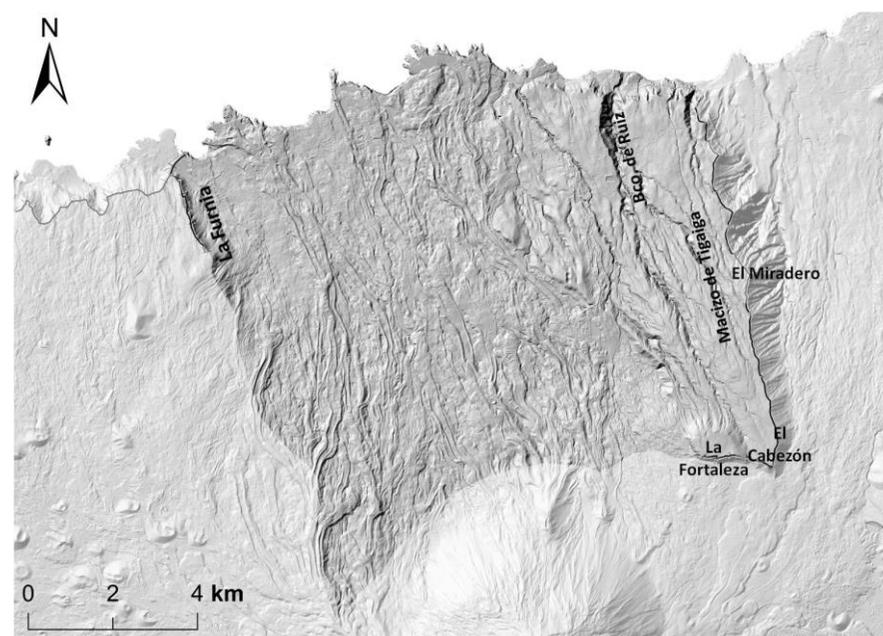
En segundo lugar, la pared de Las Cañadas que confina a la depresión de Las Cañadas por el noreste, este, sur y sudoeste. Se trata de un estrecho escarpe, que sólo muy puntualmente sobrepasa 1 km de anchura, donde la altitud asciende de modo brusco hasta alcanzar los 2.715 m en el sector de Guajara, mostrando pendientes que se sitúan entre los 40° y los 70° y alturas que sobrepasan ampliamente los 300 m y llegan a alcanzar más de 500 m en algunos tramos. Esta franja se dispone como un gran arco cuyo diámetro mayor, orientado en dirección NE-SW, posee 16 km de desarrollo. Este arco muestra, en detalle, un trazado festoneado de unos 27 km de recorrido que adquiere su máximo desarrollo transversal y su máxima altitud en el área central. Desde este punto, se produce un descenso en altitud, tanto hacia el NE como hacia el NW.

La depresión de Las Cañadas se encuentra cerrada al norte por una alta montaña doble, cuyo sector está localizado en condiciones de altitud notables, siempre por encima de los 3.000 m y se articula en torno a dos picos principales: Pico Viejo, que culmina a 3.125 m y El Teide, mucho más voluminoso, que lo hace a 3.715 m. Se trata de una montaña de planta ligeramente elíptica y geminada en dirección NE-SW, cuyas altitudes superan claramente los 2.300 m y cuyas pendientes están comprendidas entre los 20° y los 40°. El diseño elíptico de su planta sólo se rompe en cuatro puntos localizados al norte, este, sur y oeste en los sectores de Pico Cabras, Montaña Blanca, Los Blanquizales y Roques Blancos, respectivamente.

2.1.1.2 El valle de Icod

La montaña del Teide se prolonga hacia el norte a través de rampas con topografía de detalle intrincada y muy compleja, con acusados contrastes espaciales. Este sector engloba los municipios de Icod de Los Vinos, La Guancha, San Juan de La Rambla y el área oriental de Los Realejos. En estas rampas es posible distinguir dos grandes subunidades topográficas, de un lado el Macizo de Tigaiga y, de otro, la depresión que configura el denominado como Valle de Icod (Figura 3).

Figura 3. Topografía del Valle de Icod





El macizo de Tigaiga es un macizo montañoso, de planta ligeramente triangular, que se desarrolla desde los altos de La Fortaleza y El Cabezón, en Las Cañadas hasta alcanzar el mar en el sector de la playa del Socorro. Está constituido por un dorso dispuesto como un plano ligeramente inclinado hacia el NW, que pierde entidad topográfica hacia el oeste y que está surcado por una red de barrancos, entre los que destaca el Barranco de Ruiz. Hacia el este muestra un acentuado escarpe de trazado más o menos rectilíneo, el escarpe de Tigaiga, que se alza sobre la depresión del Valle de La Orotava. La altura de esta pared es de tan solo 100 m en el área del Cabezón y aumenta de modo paulatino hacia cotas medias donde salva desniveles de más de 600 m en el área de El Miradero, alcanzando en el sector costero alturas en torno a los 500 m.

El Valle de Icod corresponde orográficamente a una amplia depresión, de unos 10 km de desarrollo transversal y 12 km de desarrollo longitudinal, que se dispone desde la base del Teide a una altitud de 2.300 m hasta la costa septentrional. Esta amplia depresión está flanqueada hacia oriente por el macizo de Tigaiga y hacia occidente por el escarpe de La Furnia, localizado al oeste del núcleo de población de Icod de Los Vinos. La orografía de detalle de la depresión es intrincada y está articulada a partir de la alternancia de lomos de disposición meridiana y pequeños pasillos deprimidos entre ellos, que conectan la base del Teide con el mar, mostrando una disposición general transversal a la línea de costa. Aunque el Valle de Icod constituye uno de los sectores de la isla de topografía de detalle más compleja e intrincada, la existencia de lomos y depresiones internas va perdiendo protagonismo hacia la costa y hacia el sector occidental, donde alternan con rampas de topografía plana y suave.

2.1.1.3 La comarca de Abona

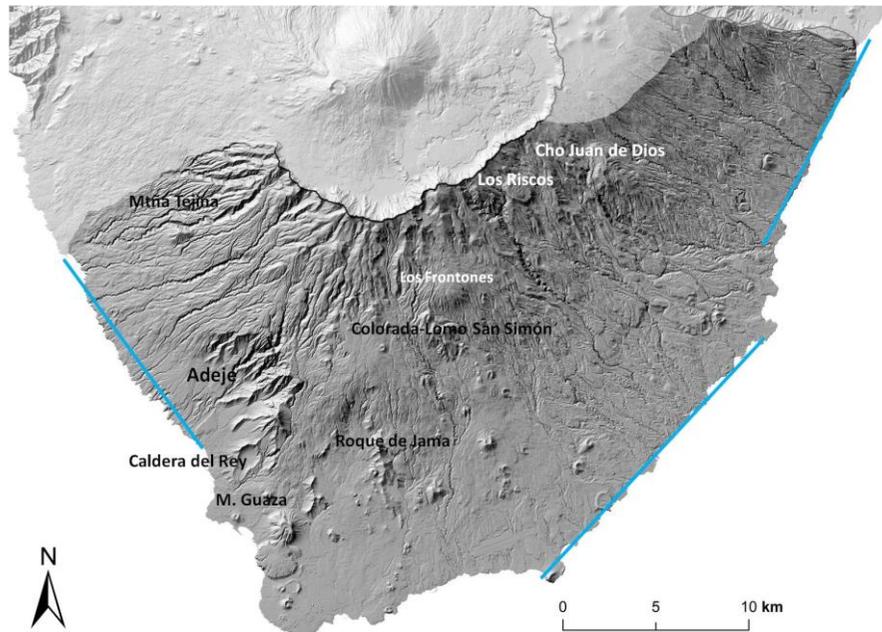
Engloba los municipios completos de Fasnia, Arico, Granadilla, Vilaflor, San Miguel, Arona, Adeje y el sector sur de los municipios de Guía de Isora y Güímar. Se extiende desde la culminación de la pared de Las Cañadas hacia el este, sur y oeste, dibujando una amplia ladera, de disposición en abanico abierto respecto a las cumbres. Es un sector de orografía relativamente compleja.

Esta amplia vertiente muestra pendientes elevadas en cotas altas que descienden hacia la línea costera, mostrando áreas de pendiente menos acusada hacia su sector central, en un área delimitada hacia el norte por Vilaflor, al oeste por Arona y Los Cristianos, hacia el sur con la línea de costa y hacia el oeste por El Médano, San Isidro y Guía de Isora. Salvo en esta área central, donde el número y encajamiento de los barrancos es sensiblemente inferior, toda la ladera se encuentra excavada por valles más o menos angostos y encajados de disposición radial, separados por interfluvios de topografía en rampa. Es la unidad topográfica de mayor superficie de la isla.

La gran extensión de esta unidad topográfica determina que, a pesar de sus rasgos orográficos comunes, no constituya una ladera de topografía homogénea, pues muestra numerosas irregularidades topográficas que rompen la continuidad de la vertiente. Hacia la parte septentrional de la ladera sobresalen, sobre la altitud general de las rampas, los sectores de la Montaña de Cho Juan de Dios, Los Riscos, Los Frontones, Montaña Colorada y Lomo de Don Simón, Montaña de Tejina, y, a cotas inferiores, el

Roque de Jama, La Caldera del Rey y La Montaña de Guaza, entre muchas otras montañas de menor entidad.

Figura 4. Topografía de las Bandas del Sur



Hacia su vertiente suroccidental, en el sector de Adeje, destaca un sector de planta en arco caracterizado por un cambio brusco de pendiente y dispuesto a modo de escalón, constituido por escarpes y barrancos pronunciados. Un hecho llamativo es que, a pesar de que en detalle la

costa se configura con numerosos cabos y bahías, el perímetro costero general se articula a partir de sectores más o menos rectilíneos, tanto hacia oriente como hacia occidente (Figura 4).

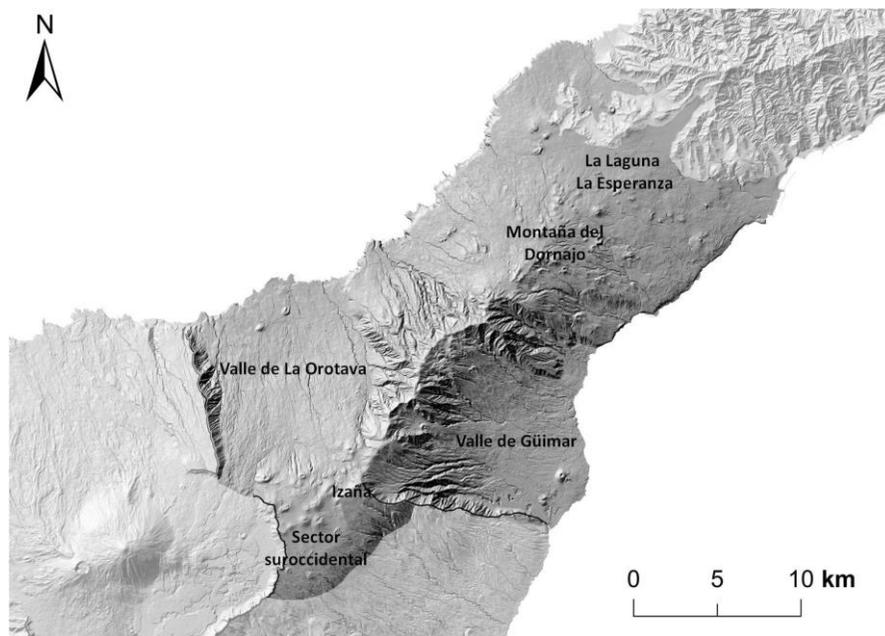
2.1.1.4 La dorsal de Pedro Gil

Definida por la presencia de una línea de cumbres discontinua, el área comprendida entre el sector central de alta montaña y las estribaciones del macizo de Anaga está caracterizada por la presencia de una cordillera montañosa de marcado carácter longitudinal. Se desarrolla linealmente en torno a una directriz de rumbo NE-SW de unos 32 km, y anchuras transversales de unos 15 km. La línea de cumbres posee altitudes máximas por encima de los 2.000 m en el extremo suroccidental, y mínimas de 500 m en el nororiental, próximo a La Laguna, donde se abre en abanico perdiendo su carácter rectilíneo (Dóniz et al., 1999). Es la unidad topográfica de mayor número de municipios de toda la isla, pues en ella se desarrollan los municipios completos de Tacoronte, El Sauzal, La Matanza de Acentejo, La Victoria de Acentejo, Santa Úrsula, Puerto de la Cruz, El Rosario, Candelaria y Arafo y parte de los de Tegueste, La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, Güímar, La Orotava y Los Realejos.

Esta cordillera se articula topográficamente en torno a un eje central de 138 km², donde se alcanzan las máximas cotas, y unas laderas que se disponen divergentemente a partir del mismo, configurando vertientes con topografía en rampa, con una superficie total de 366 km² (Ver figura 5). En el sector culminante se pueden distinguir colinas de muy diverso tamaño, con plantas circulares o elípticas y formas tronco-cónicas y con frecuentes depresiones culminantes. Estos elementos pueden aparecer

tanto individualizados unos de otros, como adosados y yuxtapuestos entre sí, formando lineamientos topográficos o agrupaciones más o menos densas. Las laderas son rampas de pendiente variable, según tramos, y sólo localmente están surcadas por barrancos, existiendo numerosas áreas sin red hidrográfica definida. Es precisamente la articulación de estos elementos y la tipología y densidad de los barrancos y escarpes lo que permite la diferenciación en la dorsal de varias subunidades topográficas.

Figura 5. Unidad topográfica de Pedro Gil



Hacia el sector nororiental, coincidiendo con las cotas más bajas del eje de la dorsal, en el sector de La Laguna-La Esperanza y entre los 500 y 1.000 m de altitud, la dorsal muestra su topografía más suave, con rampas de pendientes medias poco elevadas, que sólo se ven interrumpidas por puntuales y dispersos altos topográficos. Morfologías semejantes caracterizan también al tramo de mayores cotas altitudinales, desarrollado por encima de los 2.000 m de altitud, que caracteriza al sector suroccidental de Pedro Gil en las proximidades de Izaña. No obstante, en este último sector las pequeñas colinas aparecen formando agrupaciones mucho más densas.

El tramo central de la dorsal, comprendido entre la Montaña del Dornajo (1.514 m) y el Observatorio de Izaña (2.395 m), está constituido por una crestería continua bien perfilada orográficamente, de trazado más o menos lobulado, y a partir de la cual se establece una red de barrancos de mucha mayor impronta espacial. En las laderas de esta línea de cumbres se abren dos sectores que son denominados como, Valles de Güímar y de La Orotava. Aunque sus topónimos hacen referencia al término de valle, en realidad, no corresponden a morfologías asociadas a erosión fluvial, sino que constituyen depresiones amplias y profundas en cuyo interior se desarrollan numerosos barrancos. No obstante, estos barrancos poseen mayor impronta en el paisaje topográfico de la depresión de Güímar, que en la de La Orotava.

La costa de Pedro Gil suele estar caracterizada por el desarrollo de acantilados con alturas que oscilan entre los 100 m y los 300 m de altitud, interrumpidos puntualmente por sectores de topografía plana. Solamente



en el interior de las depresiones de Güímar y La Orotava, la altura de los escarpes costeros se reduce sensiblemente, pues estos no llegan a superar nunca los 100 m de altura y alternan con costas bajas rocosas.

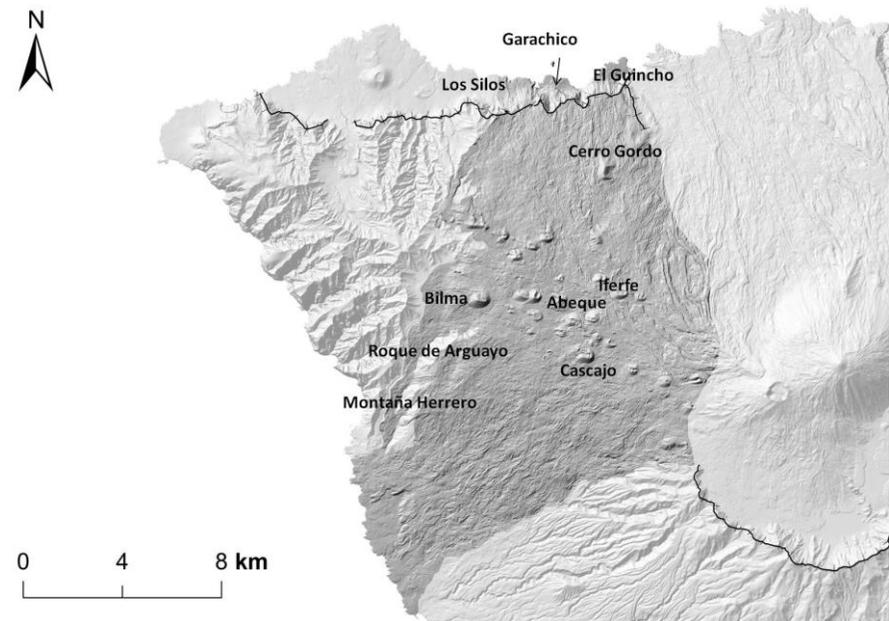
2.1.1.5 Las Cumbres de Abeque

La unidad topográfica de Las Cumbres de Abeque se localiza en la vertiente centro-occidental de la isla de Tenerife, lindando hacia el este con el Edificio Cañadas y Teide Pico Viejo y hacia el oeste con el macizo montañoso de Teno. En ella se insertan los municipios de Garachico, El Tanque y un sector de los de Icod de Los Vinos, Santiago del Teide y Guía de Isora.

La parte central de la dorsal NW se asocia a la presencia de una cadena montañosa que se desarrolla entre las estribaciones orientales del edificio central culminante de la isla, donde posee una altitud en torno a los 2.000 m, y la periferia del macizo de Teno, con altitudes que varían entre poco más de los 1.000 y los 950 m. Desde esta línea culminante central se desarrollan dos amplias vertientes que descienden en altitud de modo gradual hacia la costa.

Como consecuencia de todo ello, en el amplio sector de la dorsal NW pueden definirse varias subunidades topográficas: la línea de cumbres central, las vertientes que a modo de rampas más o menos inclinadas descienden desde la misma hacia las costas norte y sur y los sectores de contacto con el Edificio Cañadas y con el macizo montañoso de Teno (Ver figura 6).

Figura 6. Unidad topográfica de las Cumbres de Abeque



El rasgo topográfico más característico del sector central es su constitución por una sucesión de pequeñas montañas con alturas que oscilan entre los poco más de 30 m de la Montañeta de Los Guirres hasta casi los 200 m de la Montaña del Cascajo. Estas montañas se disponen formando pequeñas alineaciones, dispuestas según orientaciones preferentes NW-SE, como la constituida por las montañas de Los Llanos de Dos Hermanos, Montaña Dos Hermanos, Montaña La Estacada y las Montañas de Arriba y de Abajo de Iferre, y la que en una agrupación algo más densa se desarrolla al sur de la anterior, configurada por Montaña del Cascajo, Montaña Grande de Las Cuevitas, Montaña Chica de Las Cuevitas, Montaña Grande de Abeque,



Montaña de Abeque, Montaña de La Corredera, Montaña de Boca Cangrejo, Montaña de Los Guirres y la pequeña montaña de Los Guirres. No obstante, también es posible encontrar elementos topográficos más o menos aislados como Montaña Bilma.

Todas estas pequeñas montañas forman una línea de cumbres discontinua cuya altitud desciende de modo paulatino desde el este hacia el oeste y desde ella hacia el norte y hacia el sudeste, mostrando una topografía general en silla de montar. Un rasgo distintivo de esta unidad es la ausencia de una red hidrográfica definida; sólo en los dorsos de las montañas antes mencionadas se desarrollan pequeñas torrenteras que se pierden hacia la base de las mismas. Entre las alineaciones montañosas aparecen algunos llanos de reducido tamaño, como El Llano del Centeno y el Llano de Iferfe, que rompen con la continuidad topográfica de la línea de cumbres.

Desde la línea de cumbres central hacia el norte o el sur, la topografía general de la dorsal NW es relativamente simple, estando caracterizada por la existencia de rampas inclinadas que conectan la línea de cumbres con el mar, sin apenas elementos topográficos de importancia que rompan la continuidad de la superficie. Sólo en la vertiente norte, la montaña de Cerro Gordo, visiblemente desconectada de la línea de cumbres central, rompe la uniformidad topográfica de la vertiente, y en la vertiente sur sucede igual con la montaña del Roque de Arguayo, que culmina a los 1.063 m, y la Montaña Herrero, que lo hace a 822 m. Ambos promontorios poseen una disposición alargada en sentido de la pendiente, mostrando un

contacto neto con las rampas, que se resuelve a través de cambios bruscos de pendiente y la presencia de desniveles importantes.

Una de las diferencias más destacadas entre ambas vertientes es la presencia en los sectores pre-litorales de la vertiente norte de un destacado acantilado, de prácticamente 600 metros de altitud y de trazado este-oeste, a cuyo pie se desarrollan las denominadas como “islas bajas”. Estas últimas corresponden a sectores de topografía plana, de bajas pendientes que se desarrollan entre el pie de los acantilados y la línea costera actual en las zonas de El Guincho, Garachico y Los Silos.

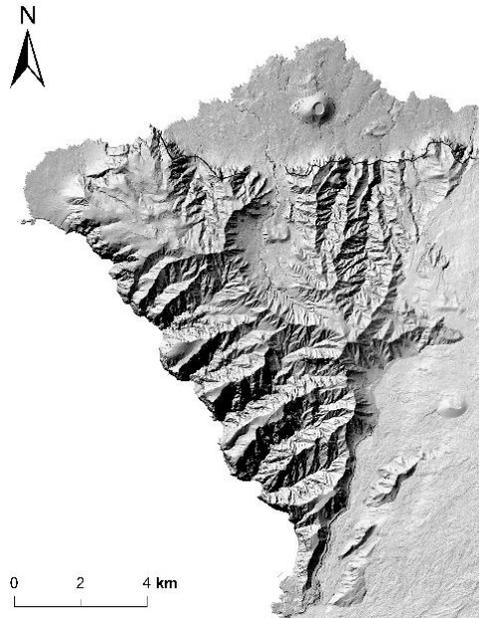
No obstante, en el detalle, la topografía de estas laderas viene definida por la presencia de pequeñas lomas y depresiones de gran desarrollo longitudinal que se disponen de modo perpendicular respecto a la línea de cumbres y que recorren prácticamente todas las laderas desde las cotas más altas a las más bajas. Aunque esta configuración es particularmente visible en el área suroccidental de la vertiente sur, pues es donde muestran mayor resalte topográfico, en realidad aparece dibujando en el detalle tanto la vertiente norte como la sur. Se trata, por tanto, de un relieve muy complejo en el detalle, que aparece compartimentado en franjas de cumbre a costa y muestra elevados grados de rugosidad.

2.1.1.6 Los macizos montañosos de Anaga y Teno

Los macizos montañosos de Anaga y Teno, localizados al NE y NW respectivamente, están caracterizados por la existencia de relieves vigorosos, con importantes desniveles, y pendientes medias elevadas (35°). Los municipios presentes en estas unidades son Los Silos, Buenavista del

Norte y un sector de Santiago del Teide, en Teno, y parte de los de La Laguna, Santa Cruz y Tegueste, en Anaga.

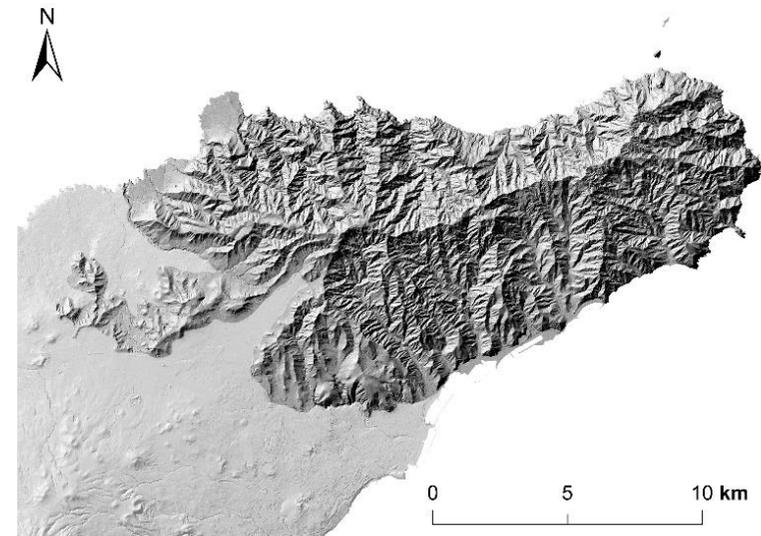
Figura 7. Unidades topográficas de Teno y Anaga (Teno)



Se trata de relieves muy compartimentados orográficamente, articulados a partir de líneas de cumbres principales en cresta, de trazado ligeramente lobulado, que se extienden en dirección general ENE-WSW en Anaga, y NW-SW, en Teno, mostrando altitudes comúnmente por encima de los 800 m. Estas líneas de cumbres dividen a los macizos en dos vertientes -barlovento y sotavento, con respecto a la circulación dominante de los

vientos alisios- de topografía abrupta y compartimentada, y cuya altitud desciende desde la cumbre paulatinamente hacia el mar. En las laderas el relieve se organiza en una sucesión alternante de valles, de amplias cabeceras, elevado grado de encajamiento y cortos recorridos, e interfluvios en crestas ruiformes más o menos marcados, dispuestos transversalmente a la línea de cumbres principales de los dos macizos (Ver figuras 7 y 8).

Figura 8. Unidades topográficas de Teno y Anaga (Anaga)



Desde una perspectiva de los riesgos vinculada al volcanismo, la topografía insular muestra la existencia de importantes barreras naturales que influirían en el trazado de los flujos volcánicos, canalizando o impidiendo su avance y en dependencia con el área fuente. Estas barreras determinan



la existencia de áreas que pueden considerarse como “seguras”, localizadas aguas abajo de las sombras topográficas. Teniendo en cuenta el área más probable de emplazamiento de centros eruptivos (Carracedo, 1993; Gómez-Fernández, 2000), y los rasgos topográficos descritos anteriormente, las zonas que potencialmente impedirían el avance de los flujos volcánicos y generarían zonas protegidas contra la invasión de flujos de lava son el escarpe arqueado de La Caldera de Las Cañadas, el macizo de Tigaiga, que se desarrolla entre la pared de Tigaiga y el Barranco de Ruiz, la zona de contacto de Teno con el rift NW, y la ladera sur del Valle de Güímar (Gómez-Fernández, 2000). Todos estos sectores forman barreras naturales de cara al emplazamiento de flujos lávicos.

No obstante, conviene considerar también que los escarpes prelitorales que caracterizan a algunas de estas unidades, como el que se desarrolla desde Icod de Los Vinos hasta Los Silos, aumentarían el peligro potencial de los flujos lávicos, al tener que salvar las coladas cambios muy bruscos de pendiente que acelerarían la velocidad de las mismas y generarían la aparición de peligros específicos.

2.2 Contexto geológico y geomorfológico

Tenerife es una isla enteramente volcánica que se levanta sobre el fondo oceánico más de 4.000 m, estando constituida por una parte submarina, que no aflora en superficie, que supone entre el 80% y el 90% de su volumen total, y una parte emergida que culmina a 3.715 m de altitud. Ha sido considerada como una isla volcánicamente activa, ya que cuenta con erupciones históricas y con numerosos episodios volcánicos de edades inferiores a los 12.000 años. Dado que el objeto de este trabajo es la

determinación de los riesgos vinculados al volcanismo de la isla de Tenerife, se ha considerado oportuno llevar a cabo una caracterización general de la geología y la morfología de las diferentes estructuras volcánicas que arman su relieve, aunque centrando la atención en aquellas que cuentan con eventos eruptivos de menos de 10.000 años y pueden ser consideradas como estructuras volcánicamente activas.

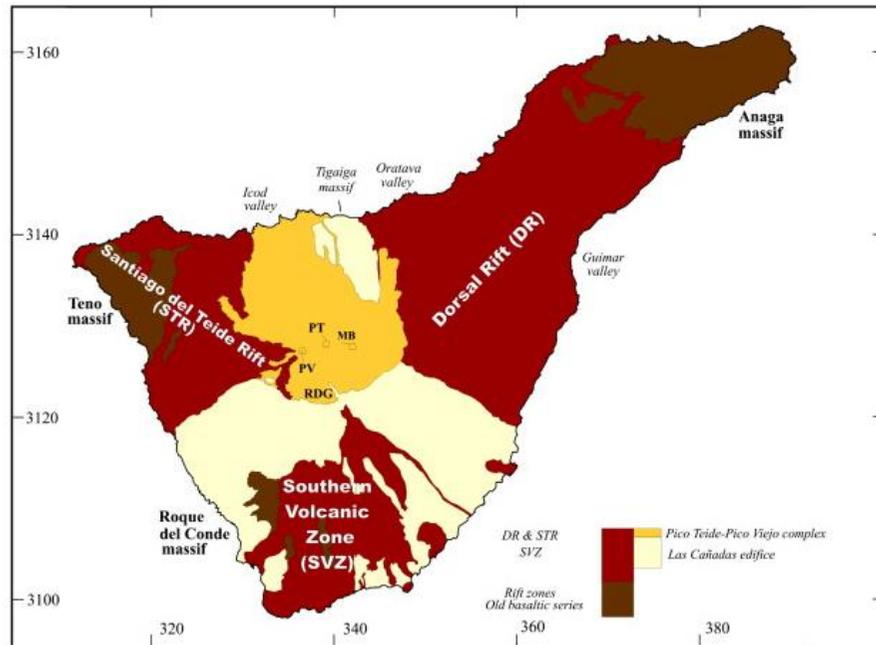
Tenerife cuenta con una historia geológica compleja que comienza entre los 11,6 y los 8,9 Ma (Guillou et al., 2004) y se prolonga hasta 1909, fecha de la última erupción ocurrida en la isla. La disposición, la magnitud y la organización de los volúmenes montañosos de Tenerife responden a diferencias en los tipos de magmas involucrados, su evolución geológica, su edad y morfología, y tienen como resultado la existencia de estructuras, unidades geológicas y morfológicas diferenciadas (Figura 9).

La evolución geológica de Tenerife implica la construcción de dos complejos volcánicos principales (Geyer et al., 2010):

Un escudo basáltico (> 12 (?) Ma/presente, Abdel-Monem et al., 1971; Abdel-Monem et al., 1972; Ancochea et al., 1990; Thirlwall et al., 2000) que está principalmente sumergido y que aflora en los sectores de Anaga, Teno y Roque del Conde. El volcanismo posterior al escudo comprende el Edificio Cañadas y el complejo Teide-Pico Viejo, así dos zonas dominantes de rift (las dorsales de Cumbres de Abeque y Pedro Gil, o rift NW y NE, respectivamente) y el volcanismo disperso de la Zona Volcánica del Sur (Ver figura 9)



Figura 9. Esquema geológico simplificado de la isla de Tenerife



Fuente: Geyer et al., 2010

El Complejo Central (> 3.5 Ma hasta el presente, Fuster et al., 1968; Araña, 1971; Ancochea et al, 1990; Martí et al., 1994; Ablay y Martí, 2000). Este volcanismo comprende el edificio Cañadas, un volcán compuesto caracterizado por abundantes erupciones explosivas de magmas fonolíticos altamente evolucionados, la caldera Cañadas que trunca la construcción del edificio Cañadas y los estratovolcanes activos Teide-Pico

Viejo (0.18 ka hasta el presente), construidos dentro de la caldera de Cañadas.

La evolución del volcanismo en Tenerife ha estado controlada principalmente por tendencias tectónicas con directrices ENE-WSW y NW-SE (Martí et al., 1996), como se pone de manifiesto a través de datos geofísicos del fondo oceánico alrededor de las Islas Canarias (Dash y Bosshard, 1969; Bosshard y Macfarlane, 1970; Verhoef et al., 1981; Roest et al., 1992; Mezcuca et al., 1992; Watts et al., 1997; Mantovani et al., 2007), de la distribución de los diques y de las alineaciones de centros eruptivos recientes. El predominio de estas tendencias tectónicas en Tenerife y la distribución de volcanismo durante toda la historia geológica de la isla son indicativos de la importancia de la tectónica regional en el control y ascenso de los magmas derivados del manto.

Los diques expuestos en Teno y Anaga muestran orientaciones predominantes NW y NE, respectivamente (IGME, 1978a, b, c, d; Feraud et al., 1985; IGME, 1988a, 1988b, 1988c; Marinoni y Gudmundsson, 2000; Walter y Schmincke, 2002). La complejidad estructural observada en estos viejos macizos sugiere que el escudo basáltico de Tenerife probablemente estaba formado por varios edificios volcánicos compuestos, controlados por la tectónica regional, definida por directrices atlánticas NW-SE y africanas ENE-WSW. En la Zona Volcánica del Sur, el vulcanismo basáltico corresponde a centros de emisión dispersos que cubren un área de más de 600 km². Algunos de estos centros de emisión están alineados pero las orientaciones de las diferentes alineaciones son altamente variables. Esta área es considerada por diferentes autores (por ejemplo, Carracedo, 1994;



Walter, 2003) como una tercera zona de ruptura de tendencias N-S que corresponde a la tercera rama de una estructura de rift de tres brazos. (Geyer et al, 2010).

2.2.1 Los macizos volcánicos mio-pliocenos

Las primeras erupciones subaéreas han sido encuadradas dentro de la Serie Basáltica Antigua o Series I y II de Fuster et al. (1968), Serie Inferior, Media y Superior (Araña et al, 1979; Ancochea et al., 1990): Estas erupciones se produjeron según Ancochea et al. (1990) entre 11,6 y 3,3 Ma y formaron los macizos de Teno, Anaga y Roque del Conde, cuyos restos, sin conexión visible en superficie, se encuentran en el NE, NW y S de Tenerife, respectivamente. Recientemente se ha propuesto (Guillou et al., 2004) que en la base de la parte central de Tenerife existe un escudo Mioceno que se extiende bajo las formaciones de Anaga y Teno (Figura 10). Según estos autores, la isla fue construida por la agregación de tres escudos sucesivos: el escudo Central (con edades de entre 11.9 y 8.9 Ma) que aflora fundamentalmente en la zona del Roque del Conde y al Sur del edificio Anaga. Este escudo Central fue recubierto posteriormente por los materiales que configuran los macizos de Teno (6.11-5.15 Ma) y Anaga (4.89-3.95 Ma) (Carracedo et al, 2007a; 2011), lo que indica que el período de reposo producido tras su construcción coincidió con la edificación de los conjuntos de estos macizos. La actividad de estos escudos (Teno y Anaga) finalizó hace alrededor de 3,5 Ma.

Para la evolución geológica de los mencionados escudos se ha propuesto la existencia de grandes eventos de colapso sectorial. En este contexto, la existencia de discordancias angulares pronunciadas y la presencia de

brechas polimícticas ponen de manifiesto que el macizo de Teno se construyó en cuatro fases eruptivas principales marcadas por dos colapsos laterales en el flanco Norte del volcán, producidos entre hace aproximadamente 6,1 y 5, 9 Ma (Longpré et al., 2009). En Anaga, también han sido descritos procesos de colapso y deslizamientos gravitacionales en la vertiente Norte del macizo volcánico, arco de Taganana, vinculados a las secuencias iniciales de su formación (Hernández Pacheco et al., 1996).

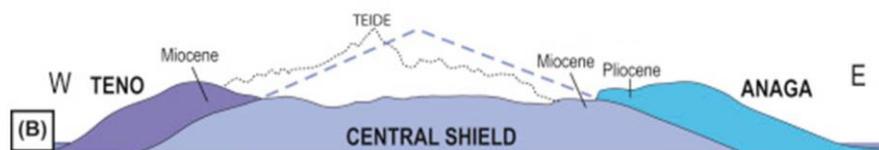
Estos edificios están constituidos por apilamientos de hasta 1000 m. de coladas basálticas alcalinas de disposición subhorizontal, o ligeramente inclinadas, con materiales piroclásticos interestratificados. Entre las coladas basálticas se dan tipos muy variados de ankaramitas, picritas, basaltos olivínicos y piroxénicos, basaltos plagioclásicos y traquibasaltos. Existen también diferenciados sálidos de composición félsica traquítica a fonolítica configurando paquetes de gran espesor o domos volcánicos (Hernán, 2001). La mayoría de los magmas que dieron lugar a los escudos volcánicos corresponden a magmas muy básicos emitidos a partir de erupciones de tipo fisural de comportamientos fundamentalmente hawaianos, que generaron apilamientos de lava emitidos en cortos intervalos de tiempo (de 1 a 1,3 Ma en Teno).

La construcción de estos macizos volcánicos se realiza siguiendo una o varias líneas de debilidad de la corteza, que actúan como ejes donde se produce una gran concentración de aparatos volcánicos y centros eruptivos. En origen, la construcción y agrupamiento de conos volcánicos en estos ejes determina un mayor crecimiento en altura de estos sectores, siendo por tanto los espacios donde los macizos presentan sus mayores



altitudes; frente a ellos, los dorsos, están constituidos por la acumulación de coladas de lava. Estos volcanes se disponen así siguiendo las directrices principales del conjunto determinando la planta general del mismo y, en combinación con la magnitud y la mayor o menor pervivencia de los ciclos eruptivos, su volumen y alzado. En Anaga y Teno, todos estos materiales suelen encontrarse atravesados por una red de diques de composición y orientaciones variadas, aunque preferentemente emplazados en la dirección general de las estructuras en las que se intruyen.

Figura 10. Tenerife. Modelo eruptivo para la secuencia de formación de los escudos volcánicos antiguos de la isla



Fuente: Troll y Carracedo, 2016 (Guillou et al., 2004)

El sistema de fracturación que guía la construcción de estos conjuntos volcánicos determina también, en cierta medida, la disposición de los materiales y su estructura interna. De este modo, los macizos volcánicos suelen estar constituidos por estratos que buzando suavemente hacia el mar desde los sectores de emisión y de modo más o menos acusado en función de la altitud media alcanzada en el eje, presentando inclinaciones bajas que varían desde los 5° ó 10° en las estructuras menos elevadas, hasta buzamientos más acentuados superiores a los 20° en algunos sectores de los mismos. No obstante, con independencia del grado de inclinación de

dichos estratos, las distintas capas que constituyen estos edificios suelen buzarse de modo perpendicular a partir de los ejes principales, disponiéndose de modo divergente en los tramos centrales y con buzamientos más o menos periclinales en sus extremos. Además, la existencia de estos ejes constructivos determina también una distribución específica de los materiales; de este modo, mientras que en torno a los ejes o los núcleos principales la estructura de los macizos se resuelve a partir de la interstratificación de capas de coladas con productos piroclásticos, los dorsos se construyen casi de modo exclusivo a partir de mantos lávicos.

La relativa antigüedad de las fases volcánicas constructivas determina que en los macizos antiguos las formas de erosión posean un papel destacado, hasta el punto de condicionar su morfología actual. La actuación de los procesos erosivos de modo ininterrumpido durante largos intervalos de tiempo motiva que las incisiones torrenciales, los grandes acantilados costeros y las formas de acumulación sedimentaria adquieran en estos espacios un evidente protagonismo. Este intenso desmantelamiento ha hecho desaparecer las formas volcánicas directas, hasta el punto de que uno de los rasgos más destacados de estas estructuras es, por un lado, la práctica ausencia de las mismas y, en contrapartida, el predominio de las formas volcánicas derivadas; por ello, son abundantes las mesetas, los pitones y los diques, puestos en resalte como resultado de la erosión diferencial. De hecho, pese a la existencia de rasgos comunes, los macizos volcánicos muestran morfologías contrastadas que se derivan de las particularidades de su arquitectura y del control que ejerce la misma en la erosión.



2.2.2 El Edificio Cañadas

Hace unos 3 Ma, tras el largo período de calma que sucedió a la formación de los escudos volcánicos antiguos, la actividad volcánica se reinicia de nuevo en el sector central de la isla, dando lugar a un extenso complejo volcánico cuyo principal constituyente es el Edificio Cañadas (Fuster et al., 1994). Se trata de una estructura compuesta, alargada en dirección NE.-SW que se articula a partir de varios centros superpuestos (Fuster et al., 1968; Araña, 1971; Martínez de Pisón et al, 1981; Martí et al., 1994; Ancochea et al., 1990, 1995, 1999).

Los materiales que forman este edificio se disponen de modo fuertemente discordantes con los macizos antiguos. El Edificio Cañadas está constituido por productos magmáticos mucho más diversos, con composiciones comunes tefríticas a fonolíticas y abundantes depósitos piroclásticos de caída y flujo (Ablay et al., 1995, 1998; Bryan et al., 1998).

El sector más antiguo del Edificio Cañadas corresponde a su parte Suroccidental, con una edad de más de 3.5 Ma, asignada por Huertas et al. (1994) a un edificio Pre-Cañadas. Estratigráficamente en el Edificio Cañadas se han distinguido dos secuencias principales: un Grupo Inferior, predominantemente máfico a intermedio, y un Grupo Superior, que comprende tres formaciones félsicas (Martí et al., 1994). Tanto las rocas del Grupo Inferior como las del Grupo Superior, están afectadas por intrusiones inclinadas hacia el interior de la depresión, diques subverticales, y plug de composición fonolítica (Galindo et al, 2005).

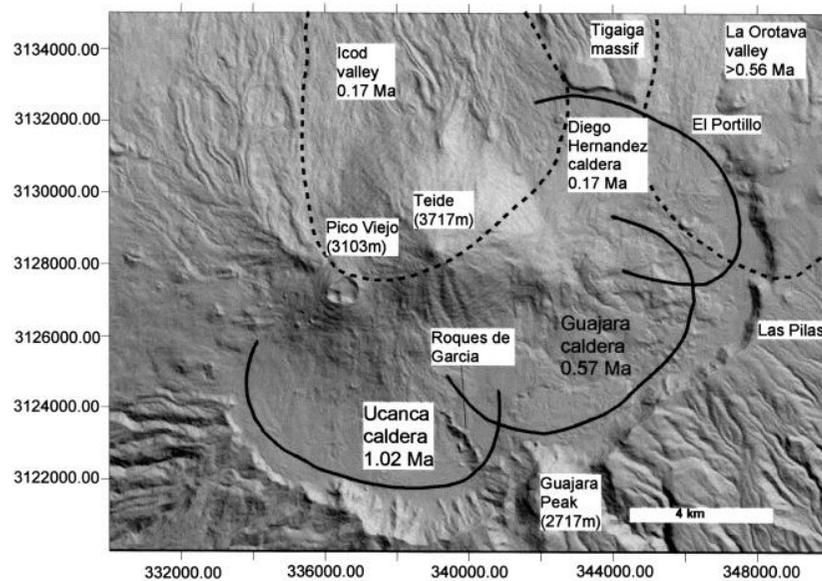
Con una edad de > 3.5-2.1 Ma, la estratigrafía del Grupo Inferior es compleja, y en ella se han distinguido hasta siete unidades de lavas basálticas y fonolíticas y rocas piroclásticas que afloran fundamentalmente en la parte inferior de la pared de la caldera.

En el Grupo Superior Martí et al. (1984) diferencian tres formaciones, cada una de las cuales corresponden a un ciclo volcánico distinto que culminó con la formación de una caldera. La Formación Ucanca (1.57-1.07 Ma) se compone de algunas lavas basálticas y, principalmente, de lavas fonolíticas y piroclastos, muchos de ellos correspondientes a tobas soldadas. La formación Guajara (0.85-0.57 Ma) está constituida por tobas soldadas, piroclastos no soldados y algunas lavas basálticas. La formación Diego Hernández (0.37-0.18 Ma) está formada por rocas piroclásticas no soldadas, principalmente ignimbritas y lavas basálticas. Estos datos estratigráficos y geocronológicos muestran que, durante la construcción del Grupo Superior, el foco de la actividad volcánica migró con el tiempo de oeste a este (Martí et al., 1994a, Bryan et al., 1998).

Morfológicamente, la caldera de Las Cañadas es una depresión elíptica de 16 × 9 km, con una profundidad máxima de 600 m en el sector de Guajara (2717 m). La pared de la caldera dibuja un gran arco abierto al norte que es visible a lo largo de 27 km de recorrido, solo interrumpido localmente en El Portillo. Su límite morfológico comprende varias paredes festoneadas que coinciden con los sectores de Ucanca, Guajara y Diego Hernández. Un gran espolón topográfico (Roques de García) divide la caldera en dos partes, la depresión occidental es 200 m más profunda que la oriental. El origen del actual complejo de calderas de Las Cañadas sigue siendo motivo

de debate entre dos hipótesis contrastadas; de un lado, el colapso vertical y de otro el colapso lateral (deslizamiento de tierra).

Figura 11. Calderas de colapso superpuestas del Edificio Cañadas



Fuente: Martí y Gudmundson, 2000

Para algunos autores, esta amplia depresión es resultado de varios procesos de colapso vertical, cuyos puntos de intersección se encuentran aproximadamente en los Roques de García (Ucanca-Guajara, y Las Pilas (Guajara-Diego Hernández). La secuencia de formación de la Caldera se habría llevado a cabo a partir de al menos tres colapsos verticales, el de

Ucanca, de hace 1.02 Ma, el de Guajara, producido hace 0.57 Ma, y el Diego Hernández, generado hace 0.17 Ma. (Martí et al, 2000) (Figura 11).

Otros autores consideran que el origen de la caldera de Las Cañadas se vincula a grandes deslizamientos gigantes que habrían generado las avalanchas de Los Roques de García, la avalancha de Icod (<0.15 Ma) y la de La Orotava (<0.69 Ma), durante los cuales se habrían formado los Valles de Icod y La Orotava, constituyendo la pared de Las Cañadas el área de arranque de dichos deslizamientos.

Los restos del Edificio Cañadas no sólo pueden observarse en el corte que supone la pared de Las Cañadas, sino que pueden seguirse localmente en el norte, en el sector de La Fortaleza y Macizo de Tigaiga, única área conservada del dorso septentrional de Cañadas, y de modo amplio en el dorso meridional del edificio que se extiende a lo largo de las Bandas del sudeste y sur de la isla.

La ubicación prominente del Edificio Cañadas y la dirección de los vientos dominantes desde el NW orientaron y dirigieron las lluvias de cenizas y pómez y las ignimbritas hacia la vertiente de sotavento, emplazándose en las laderas sur y sudeste de la isla, que forman el dorso sur y sudeste del complejo Cañadas.

Figura 12. Mapa esquemático de Las Cañadas con los trazados supuestos de los bordes de la avalancha de Icod y Roques de García



Fuente: Arnaud et al., 2001

Estudios de detalle de los depósitos que constituyen estas laderas han permitido la identificación de al menos 20 unidades eruptivas separadas por paquetes de suelos. La sucesión y distribución de estas unidades indica que las mismas se generaron a partir de tres ciclos de actividad principal,

coincidentes con la construcción y la formación de las calderas de Ucanca, Guajara y Diego Hernández (Araña, 1971; Martí et al., 1994; Bryan et al., 1998). Estos materiales aparecen intercalados con erupciones basálticas extracaldera asociadas a la presencia de los rifts NW-NE y al campo volcánico del sur de la isla. Durante el segundo ciclo de actividad, en el dorso meridional del edificio Cañadas se produjo un gran deslizamiento de tierra en la comarca de Abona, datado en 735 Ka (Dávila-Harris, 2009) (Figura 12).

2.2.3 Los estratovolcanes del Teide y Pico Viejo

La fase altamente explosiva de Diego Hernández, que terminó con la formación de esta caldera y el deslizamiento de tierra de Icod, probablemente causó un ascenso acelerado del magma desde la profundidad (Longpré et al., 2008, 2009). Este proceso condujo a una actividad máfica renovada y abundante (Carracedo et al., 2007).

Los estratovolcanes Teide-Pico Viejo comenzaron su formación hace 180-190 ka dentro de la caldera de Las Cañadas (Ablay y Martí, 2000; Martí et al, 2009), a partir de la interacción de dos sistemas magmáticos diferentes y poco profundos de evolución simultánea (García et al, 2011). La secuencia de formación está caracterizada por una serie completa que va desde los basaltos a las fonolitas (Ablay et al., 1998; Martí et al., 2008), cuya frecuencia eruptiva parece disminuir con el grado de diferenciación de los magmas. Durante los estadios iniciales de formación de ambos estratovolcanes se emitieron abundantes lavas máficas e intermedias, que en la actualidad aparecen constituyendo el núcleo de ambos volcanes y rellenando la depresión de Las Cañadas y parcial o casi totalmente los

valles de La Orotava e Icod, respectivamente. Se trata de erupciones estrombolianas a estrombolianas violentas que han permitido la formación de columnas eruptivas ricas en cenizas.

En torno a los 35 ka, comenzaron a emitirse los primeros magmas fonolíticos, constituyendo la composición predominante de la etapa eruptiva más reciente. También se han producido violentas erupciones freatomagmáticas basálticas desde los cráteres centrales del Teide y Pico Viejo que han generado corrientes piroclásticas de densidad de alta energía (Martí et al., 2009). Las fonolitas del Teide-Pico Viejo erupcionan aproximadamente cada 1000 años, en comparación con las erupciones máficas que tienen intervalos 10 veces mayores (Carracedo et al., 2007), y muestran volúmenes eruptivos de 2-3 órdenes de magnitud más grandes que las lavas máficas (Carracedo et al., 2008).

La mayor parte de las erupciones de estos sistemas volcánicos se han producido desde los centros de emisión principales (cráteres del Teide y Pico Viejo) y desde numerosos centros de emisión distribuidos preferentemente en sus flancos y su base: Pico Cabras (Echisere), Abejera, Roques Blancos, Los Gemelos, Montaña Blanca (Figura 13). La posición y la edad relativa de los respiraderos del flanco definen varias fisuras eruptivas radiales en las laderas de los dos volcanes (Ablay y Martí, 2000). No obstante, algunos centros de emisión del flanco oeste de Pico Viejo están localizados en fisuras eruptivas paralelas a las que caracterizan el rift NW, mientras que los localizados en la ladera este del estratovolcán del Teide siguen las mismas orientaciones que las que caracterizan a la dorsal NE de Tenerife.

Figura 13. Teide-Pico Viejo y centros de emisión en los flancos



Fuente: Grafcan, 2018. Elaboración Propia

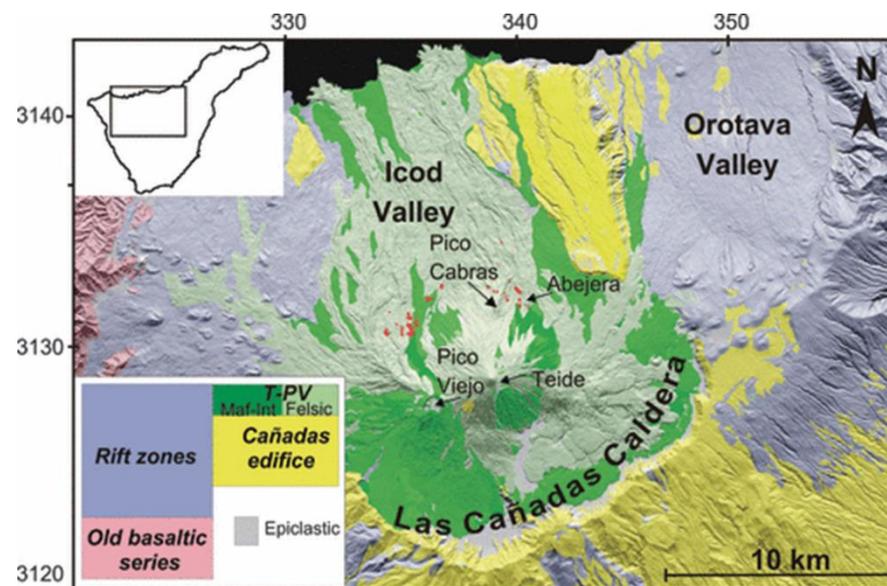
Para Martí et al., (2008), los datos petrológicos sugieren que la dinámica eruptiva del Teide y Pico Viejo está asociada a la interacción de un magma basáltico profundo con un magma fonolítico superficial. La mayoría de las erupciones fonolíticas muestran signos indudables de mezcla de magmas, lo que evidencia que las mismas se desencadenaron por la intrusión de magmas basálticos profundos en reservorios fonolíticos someros. Según las edades publicadas por Carracedo et al (2003, 2007b), los intervalos de

reposo del complejo Teide-Pico Viejo son de alrededor de 250-1000 años, mostrando lapsos temporales máximos que son mayores al período que transcurre desde la llegada de los europeos a la isla hasta la actualidad (524 años en 2020).

Durante los últimos 20 Ka el sistema eruptivo del Teide-Pico Viejo ha mostrado una amplia variedad de mecanismos eruptivos asociados tanto a erupciones basálticas como fonolíticas. Las erupciones basálticas han dado lugar a dinamismos estrombolianos y estrombolianos violentos, durante las cuales se construyeron conos de escoria y se emitieron abundantes flujos lávicos e incluso columnas eruptivas ricas en cenizas (Martí, et al, 2012). Desde las bocas principales también se han producido erupciones basálticas freatomagmáticas, con la formación de corrientes de densidad piroclásticas de alta energía (Martí, et al, 2012).

Son muy pocas las erupciones de los últimos 20 Ka que están relacionadas con el cráter principal del Teide, que sólo ha tenido una erupción identificada, la correspondiente a las coladas negras de fonolitas obsidiánicas que recubren sus flancos, hace 1.240 ± 60 años -siglos VII a X, entre 663 AD y 943 AD-, lo que según Carracedo et al., (2003) descarta la existencia de erupciones posteriores al siglo VIII, especialmente la datación paleomagnética de estas mismas coladas que situaría esa erupción terminal del Teide entre los años 1470 y 1490 (Soler et al., 1984). Varias de las erupciones de los últimos 20 Ka se asocian a flujos emitidos desde el cráter del volcán Pico Viejo (17.570 ± 150 a BP), o correspondientes a centros de emisión emplazados en su flanco Suroccidental, como la Montaña de Chío con una edad de 3620 ± 70 Ka (Carracedo et al, 2003).

Figura 14. Teide – Pico Viejo. Mapa Geológico Simplificado. Depósitos piroclásticos fonolíticos en color rojo.



Fuente: García et al, 2011

Sin embargo, la mayoría de los eventos eruptivos del Holoceno corresponden a los centros eruptivos fonolíticos de la base del Teide. Los conjuntos de este período son Montaña Abejera alta (5.170 ± 110 BP), Montaña Abejera baja (4.790 ± 70 BP), Montaña de La Angostura inicial (2.420 ± 70 BP), Montaña de La Angostura (2.010 ± 60 BP), Montaña Blanca (2000 años) y Roques Blancos (1.790 ± 60 a BP) (Ablay et al., 1995; Carracedo et al, 2003). Las erupciones fonolíticas del Teide-Pico Viejo varían en volumen de $0.01 \text{ a} > 1 \text{ km}^3$ y han dado lugar a la formación de



domos cupuliformes y esencialmente a domos colada, con potentes coladas fonolíticas que recubren prácticamente todo el perímetro del estratovolcán, derramándose hacia la caldera de Las Cañadas, a la que rellenan parcialmente, o hacia la costa norte del valle de Icod, donde llegan al mar formando plataformas y salientes costeros. Ocasionalmente estas erupciones se asocian a episodios explosivos que van desde subplinianos a plinianos y forman depósitos extensos de pómez y PDCs (Ablay et al., 1995; Martí et al., 2008a; García et al., 2011). Durante el emplazamiento de estos flujos de lava clastogénicos y de estos domos, también se han producido colapsos gravitacionales que han generado episodios explosivos y la formación de flujos de bloques y cenizas (García et al., 2011). Durante el Holoceno se han registrado un total de unas 16 erupciones de tipo fonolítico (Tabla 1) (García et al., 2010). La disposición de estos centros eruptivos en el perímetro basal del estratovolcán parece sugerir dificultades en el sistema de alimentación para alcanzar el cráter sumital, favoreciendo por el contrario las emisiones de flanco. En el listado de estos episodios se incluyen conjuntos que, aunque se emplazan en la zona de la dorsal NW, están asociados petrológicamente al sistema del Teide-Pico Viejo.

Estudios recientes en el complejo Teide-Pico Viejo (TPV) han revelado que la actividad explosiva de los magmas fonolíticos y basálticos, incluidas erupciones plinianas y subplinianas, y la generación de una amplia gama de flujos piroclásticos (Corrientes piroclásticas de densidad) también han sido significativas (García et al., 2010). Estos autores han identificado varios tipos diferentes de corrientes piroclásticas de densidad y depósitos discontinuos de pómez de grano grueso a fino que sugieren la existencia

de erupciones explosivas en el Teide y Pico Viejo diferentes a Montaña Blanca. En estas áreas diferencian dos tipos de depósitos: Ignimbritas ricas en pómez y depósitos de bloques y cenizas. Los primeros corresponden a un depósito de flujo piroclástico rico en pómez, no soldada, con varias litofacies diferentes, que aflora entre los domos de Pico Cabras y Abejera.

Tabla 1. Erupciones fonolíticas del sistema Teide-Pico Viejo

Erupción	Años BP
Montaña Reventada	895
Lavas Negras	1.150
Roques Blancos	1.714-1.790
Montaña Blanca	2.02
Montaña Majua	3.520?
El Boquerón	2.528-5.660
Cañada Blanca	2.528-5.911
Abejera Baja	5.486
Abejera Alta	5.911
Pico Cabras	5.911-7.900
Abrunco	<10.000
Montaña de la Cruz	<10.000
Arenas Blancas	<10.000
Montaña de los Conejos	≥10.000
Bocas de María	≥10.000
Montaña Las Lajas	≥10.000

Fuente: Martí et al., 2012

La desaparición erosiva de los depósitos de ignimbritas durante su emplazamiento pone en evidencia que durante el período activo debieron



producirse fuertes precipitaciones y la formación de lahares, cuyos depósitos aparecen preservados en las partes bajas de los barrancos que recorren de S a N el valle de Icod (García et al, 2010).

2.2.4 Las dorsales volcánicas

Uno de los rasgos más característicos de las islas volcánicas es la existencia de zonas de rift, definidas habitualmente como fisuras eruptivas orientadas, caracterizadas por la presencia de conos volcánicos alineados y de morfologías más o menos elípticas y enjambres de diques dispuestos paralelamente a la orientación del eje de estas estructuras. Estos rifts pueden aparecer en los estadios iniciales de construcción de las islas y persistir hasta los últimos episodios volcánicos, controlando la forma y estructura de las islas (Geyer et al, 2010).

Coetáneamente a la construcción del Edificio Central, magmas de composición fundamentalmente basáltica fueron emitidos a lo largo de los principales ejes estructurales de la isla (Ancochea et al., 1990): Dorsal de Pedro Gil (rift NE) y dorsal de Cumbres de Abeque (rift NW). Las dorsales NE y NW representan una de las principales características tectónicas de Tenerife, pues no sólo ha controlado la distribución y localización del volcanismo basáltico durante toda la historia geológica de la isla, sino que parece haber jugado un importante papel en la posición del Teide y Pico Viejo (Ablay y Martí, 2000; Gottsmann et al., 2008; Martí et al., 2009).

De acuerdo con Ancochea et al. (1990), la actividad eruptiva máxima de los rifts tuvo lugar alrededor de 0,8 Ma. Sin embargo, las crestas de estos rifts están formadas por conos volcánicos más jóvenes; los más recientes

(menos de 0.17 Ma, según Ancochea et al., 1995) están incluidos en la serie basáltica IV propuesta por Fuster et al. (1968), mientras que los de mayor edad pertenecerían a la serie III (Fuster et al., 1968). La mayoría de los centros que comprenden la serie IV están localizados en el rift NW y en el área más próxima al Edificio Central del rift NE.

2.2.4.1 La dorsal de Pedro Gil o rift NE

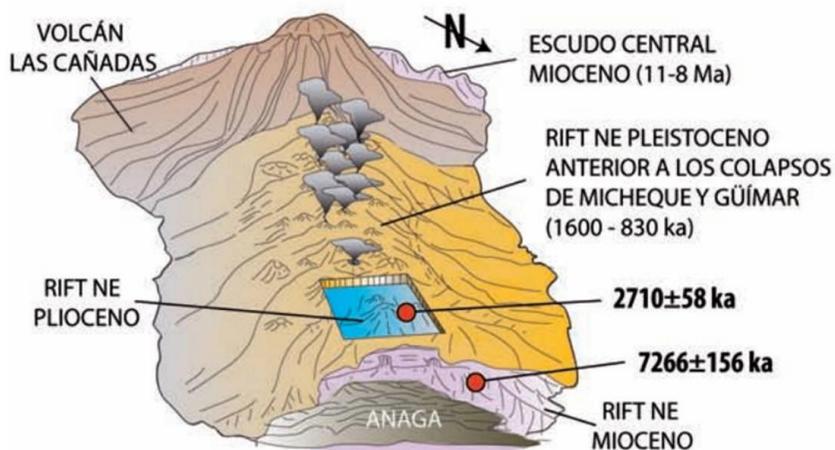
La dorsal de Pedro Gil o rift NE se desarrolla desde el área Nororiental del Edificio Cañadas hasta las estribaciones del macizo de Anaga, al NNE, constituyendo una cordillera volcánica de marcada disposición lineal y un desarrollo de unos 30 km de longitud. La altura de este edificio volcánico se reduce progresivamente desde el SW hacia el NE, acabando en su sector más Nororiental recubierta en discordancia por el macizo de Anaga (Carracedo et al, 2009).

En la historia geológica del Rift NE han sido definidas tres etapas diferentes separadas por periodos largos de calma o actividad reducida de unos pocos cientos de años (Carracedo et al., 2009).

Las dos primeras fases, forman en realidad el núcleo antiguo del rift desarrollado a lo largo del Mioceno-Plioceno. La primera etapa, del Mioceno y datada en 7,26 Ma, se formó como una extensión hacia el NE del escudo central de Tenerife, aflorando bajo el macizo plioceno de Anaga (Figura 15). Se trata de una formación que se encuentra en el entorno de Tegueste y está caracterizada por piroclastos basálticos, densamente intruídos por diques, piroclastos y domos fonolíticos. La segunda etapa, del Plioceno Superior y datada en 2,71 Ma, corresponde a una formación

basáltica alterada y con una densa red de diques, no visible en superficie y caracterizada a través de galerías.

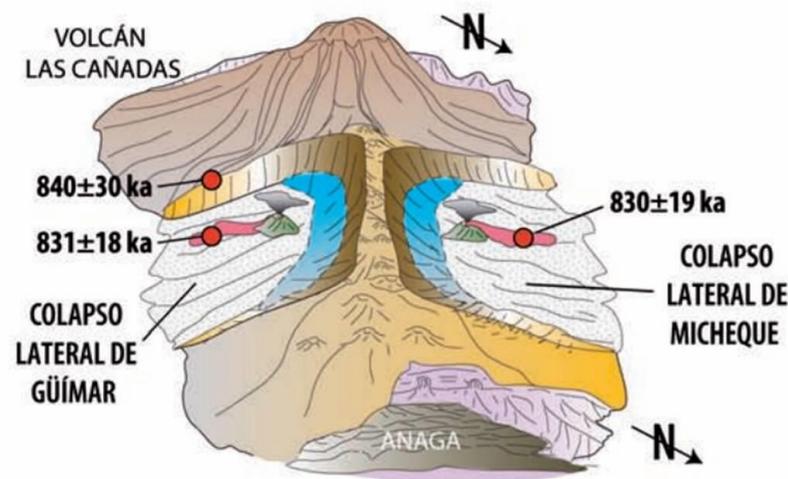
Figura 15. Esquema de las primeras secuencias de formación de la dorsal de Pedro Gil



Fuente: Carracedo et al., 2009

La tercera etapa se desarrolla en el Cuaternario, con una fase de gran actividad volcánica en el periodo comprendido entre 1,0 Ma y 0,5 Ma, durante la cual numerosas erupciones basálticas se emplazaron a lo largo del eje, generando una estructura volcánica que pudo alcanzar los 2.000 m de altitud, sobre un relieve anterior de entre 800 y 1.000 m.

Figura 16. Formación de los colapsos laterales de Micheque y Güímar

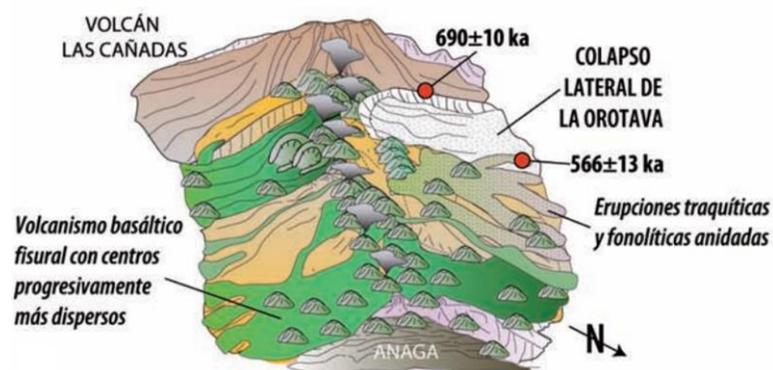


Fuente: Carracedo et al., 2009

El crecimiento excesivo de la estructura volcánica tuvo como resultado la generación de varios colapsos laterales masivos, de modo que del edificio original sólo quedan algunos afloramientos en el flanco sur de la dorsal, al norte y sur del Valle de Güímar (Figura 16). El primero de estos colapsos, denominado como colapso de Micheque, se produjo hace unos 830 ka y afectó al sector norte de la dorsal, generando una amplia depresión extendida entre el sector de Tacoronte y el interior del actual valle de La Orotava. Esta amplia cuenca se encuentra en la actualidad oculta bajo los materiales emitidos durante intensas fases eruptivas posteriores; la actividad eruptiva de relleno de Micheque representa el único volcanismo

que ha evolucionado hacia composiciones intermedias y félsicas (traquitas y fonolitas) de la dorsal de Pedro Gil. El colapso de Güímar fue prácticamente simultáneo al de Micheque, y se produjo en un intervalo entre los 840 ka y los 931 ka formando una depresión de unos 100 km².

Figura 17. Formación del colapso lateral de La Orotava



Fuente: Carracedo et al., 2009

Posteriormente, la actividad eruptiva de menor frecuencia formó centros eruptivos dispersos. El colapso de La Orotava (Figura 17) se originó entre los 690 ka y 566 ka, afectando parcialmente a partes del antiguo relleno de deslizamiento de Micheque.

El Rift NE lleva inactivo desde hace centenares de miles de años en la mayor parte de su superficie. Una última fase de actividad volcánica se produjo alrededor de los 30-40 ka en el área del rift más cercana a la

Caldera de Las Cañadas, en el Teide, y en el interior de los Valles de La Orotava y Güímar. Los tres conos volcánicos del Valle de La Orotava, tradicionalmente asignados a una erupción producida en 1.430, han sido recientemente datados por Carracedo et al., (2010) como pertenecientes a una erupción producida aproximadamente hace 29 ka, lo que según estos autores ha llevado a sobreestimar el riesgo eruptivo en la isla de Tenerife. La única erupción histórica asociada al rift NE, producida en 1704-1705 a lo largo de una fractura de 10 km de longitud, afectó al tramo suroccidental y central de la dorsal.

2.2.4.2 La dorsal de Cumbres de Abeque o rift NNO

Aunque se supone que esta dorsal comparte historia geológica con la de Pedro Gil, pues se considera que el rift se configuró y ya estaba activo en la fase del escudo inicial mioceno (Carracedo, 2006b), los materiales volcánicos más antiguos pertenecen al Pleistoceno. Estos materiales sólo son visibles en superficie muy localmente, como en Los Acantilados de la Culata, o en el interior de algunas galerías, debido a su intenso recubrimiento por piroclastos y lavas de fases posteriores. Esta dorsal concentra, de hecho, la mayor parte de las erupciones producidas en Tenerife durante los últimos 15.000 años (Figura 18), estando caracterizada por una erupción promedio por siglo. Corresponden a erupciones de rasgos fisurales, de dinámicas estrombolianas o estrombolianas violentas, con VEI 2 ó 3, y marcados rasgos efusivos.

Figura 18. Volcanismo holoceno de la dorsal de Cumbres de Abeque

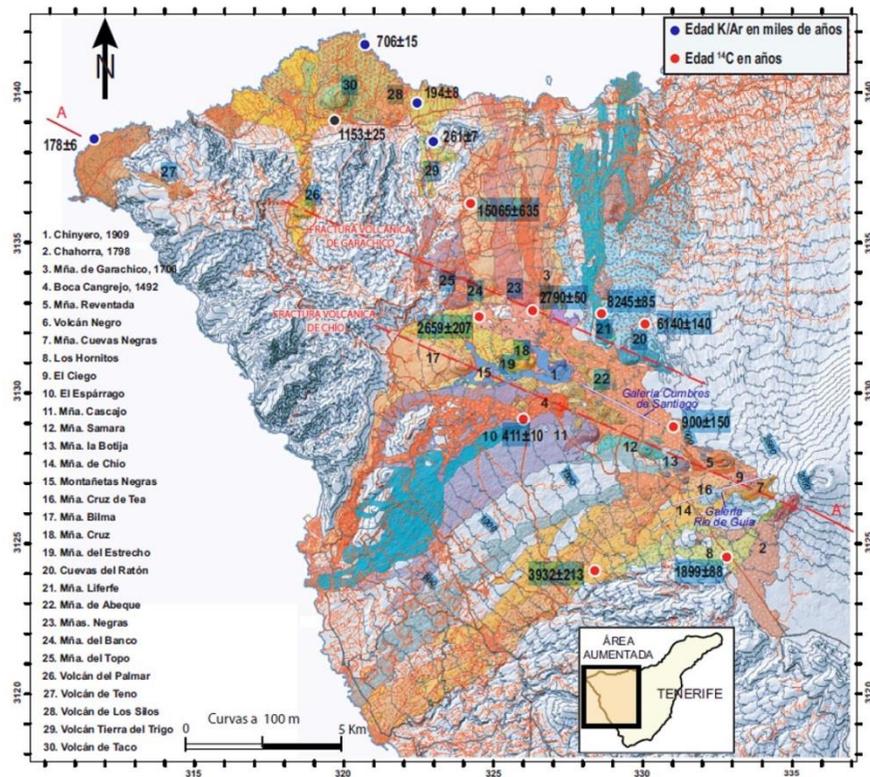
Años	Erupción	Edad (2018)	Año	Nº Fig.
	Chinyero	109	1909	1
	Chahorra	220	1798	2
	Garachico	312	1706	3
	Boca Cangrejo	526	1492	4
1.000	Montaña Reventada	900		5
	Volcán Negro			6
	Montaña Cuevas Negras			7
	Los Hornitos	1.865		8
2.000				
	El Ciego	2.659		9
	El Ciego	2.79		9
3.000	Montaña Cascajo			11
	Montaña Samara			12
	Montaña La Botija			13
	Montaña de Chío	3.932		14
4.000				
	Montaña de Cruz de Tea			16
	Montañetas Negras			15
5.000	Montaña Bilma			17
	Grupo Montaña de la Cruz			18
	Montaña del Estrecho			19
6.000	Cuevas del Ratón	6.14		20
7.000				
8.000	Montaña Liferfe	8.245		21
	Montaña Abeque			22
9.000				
	Montañas Negras			23
10.000				

Fuente: Carracedo et al, 2006 (adaptado)

Las erupciones que han dado lugar a este rift no se han efectuado sobre una única fractura de componente NW, como ocurre en otros rifts de Canarias, de modo que los conos volcánicos no se agrupan en alineaciones compactas sino que se articulan en varias alineaciones volcánicas de disposición paralela entre sí y respecto a la dirección principal del eje. Dentro de la zona de cumbres se pueden distinguir dos alineaciones volcánicas principales, la que agrupa a los volcanes del sur del eje y la que engloba a los conos volcánicos del norte de la dorsal, denominadas por Carracedo et al, (2006) como alineaciones de Chío y Garachico, respectivamente (marcadas con líneas rojas en la Figura 19).

Esta disposición de los conos volcánicos genera una topografía, caracterizada por un sector cimero en el que se desarrolla un sector central de menores cotas altitudinales entre altos topográficos discontinuos, que ha controlado el emplazamiento de las coladas durante las últimas fases eruptivas. De modo que, los volcanes que se emplazan en la alineación del norte (por ejemplo, el volcán de Garachico, erupción de 1706), vierten sus flujos hacia la vertiente septentrional, mientras que los que se localizan al sur lo hacen hacia la vertiente meridional (Volcán de Boca Cangrejo, erupción de 1492). Los conos que se localizan entre ambas alineaciones han dirigido sus flujos en dirección oeste, siguiendo la pendiente general de la dorsal (Volcán del Chinyero, erupción de 1909). No obstante, cuando los conos se ubican hacia los tramos más altos y próximos al estratovolcán, las coladas se derraman tanto hacia el norte y sur, como siguiendo el área central de la dorsal. (Erupción de Montaña Reventada, 900 ± 150 BP).

Figura 19. Mapa geológico de la Dorsal de Abeque



Fuente: Carracedo et al., 2006

La composición de los magmas de las erupciones de este rift varía también en función de su emplazamiento espacial; en las áreas más próximas al macizo de Teno las erupciones son predominantemente basálticas,

pasando a ser de composición intermedia en la zona central (Carracedo et al., 2006). En la zona de contacto entre la dorsal y el complejo central (Montaña Reventada), se ha descrito procesos de mezcla de magmas tefríticos y fonolíticos (Araña et al., 1994; Wiesmaier et al., 2011). Estos dos hechos son relevantes en la evaluación de los peligros volcánicos ya que no sólo condicionan la dirección y trazado más probable de los flujos volcánicos, sino que determinan los mecanismos eruptivos y el tipo de erupción (explosividad, tipo de coladas, velocidades de flujos, tipo y área de distribución de los piroclastos, etc.) (Carracedo et al., 2006). Los caracteres de las futuras erupciones en esta zona de Tenerife pueden, de este modo, anticiparse con bastante probabilidad en función de la ubicación de los centros eruptivos (Carracedo et al., 2006).

2.2.4.3 Vulcanismo histórico

En la isla de Tenerife se han documentado sólo cuatro erupciones históricas: Erupción de Sietefuentes, Fasnía y Arafo -ocurrida entre fines del año 1704 y los primeros meses de 1705-, Erupción de Arenas Negras, en 1706; Erupción de Las Narices del Teide, en 1798, y Erupción del Chinyero, desarrollada en el año 1909. La erupción de 1704-1705 corresponde en realidad a un episodio volcánico triple (Romero, 1991).

La mayor parte de las erupciones históricas de Tenerife han tenido lugar en un período de menos de cien años, ya que tres de estos eventos, incluido en ellos el triple de 1704-1705, se desarrollaron en el siglo XVIII, a lo largo de un período de tan sólo 94 años.



Estas erupciones se han emplazado en las dorsales volcánicas de Pedro Gil y Abeque y en el conjunto central Teide-Pico Viejo, localizándose sus cráteres siempre a cotas superiores a los 1.300 m y disponiéndose según fracturas de rumbo NE-SW y NW-SE y de entre 400 m y 11 km de longitud. Los materiales emitidos ocupan un área de 18,69 km², lo que supone sólo el 0,9% de la superficie insular.

Las erupciones volcánicas históricas se han desarrollado a partir de magmas de naturaleza básica, correspondientes a basaltos alcalinos *s.l.*, variando desde tipos muy básicos hasta casi intermedios (Cabrera y Hernández Pacheco, 1987; García Moral, 1989), por lo que constituyen manifestaciones de explosividad moderada y comportamiento eminentemente efusivo, con VEI entre 2 y 4.

La expresión dinámica de las erupciones es muy variable. Así, aunque en general son eventos con mecanismos eruptivos de tendencia estromboliana, se constata mediante rasgos morfológicos, geológicos, o por las crónicas que las describen, que han existido fases de tipo hawaiano o estrombo-hawaiano, fases de explosividad moderada de tipo estromboliano en sentido estricto, o fases de mayor explosividad tipo estrombo-vulcaniano, e incluso muy eventualmente freatomagmáticas.

La mayor parte de los productos emitidos se disponen en superficie conformando edificios volcánicos simples, con un número de cráteres elevado que oscila entre los 5 focos eruptivos de Volcán Chinyero y los 40 puntos de emisión mencionados en las crónicas del Volcán de Fasnía. Estos cráteres se articulan siguiendo fracturas de rumbos NE-SW y NW-SE, cuya

longitud varía entre los 400 m del Volcán de Sietefuentes y los 1.250 m del Volcán de Fasnía. Sólo durante la erupción triple de 1704-1705, la actividad se propagó a lo largo de una fractura de casi 11 km de longitud. Se trata de edificios claramente fisurales, constituidos por uno o varios conos volcánicos adosados, imbricados y yuxtapuestos de los que se derraman abundantes coladas lávicas.

En cualquier caso, todas las erupciones se han desarrollado a partir de fracturas cuya longitud oscila entre los 400 m del volcán de Sietefuentes y los 11 km que posee la fractura de la erupción triple de Sietefuentes-Fasnía y Arafo. Cuando las erupciones se desarrollan a partir de fracturas que se abren transversalmente a las curvas de nivel, los cráteres explosivos suelen caracterizar los tramos superiores de la misma, mientras que los efusivos se disponen siempre en los sectores altitudinalmente más bajos (Volcán de Las Narices del Teide). Normalmente, además, la actividad no suele desarrollarse homogéneamente a lo largo de toda la fractura, pues se concentra en puntos determinados que suelen coincidir con los sectores centrales de las mismas o con sus extremos (Volcán de Fasnía y Volcán de Arenas Negras respectivamente). Como consecuencia de ello, los conjuntos volcánicos resultantes suelen estar constituidos por la existencia de un rosario de cráteres principales, con o sin cráteres secundarios, pero siempre alineados según las mismas direcciones mencionadas. Cerrados en embudo o abiertos en herradura, estos cráteres están alojados en conos que configuran edificios volcánicos claramente fisurales y de morfología asimétrica.



Esta asimetría es resultado tanto de su articulación según fracturas de rumbo determinado (Romero, 1990) como de la inclinación del conducto de emisión en relación con la mayor o menor granulometría de los fragmentos que los constituyen (Ortiz et al., 1986), del emplazamiento de las fracturas en sectores de pendientes acusadas (Romero, 1991 a) o del efecto del viento reinante durante las erupciones (Romero, 1990).

Las distintas secuencias eruptivas en las que puede descomponerse cada período activo varían de unos conjuntos eruptivos a otros, pero en ellas existen siempre fases efusivas acusadas que determinan que los productos volcánicos predominantes sean los lávicos. Durante estas fases efusivas se han emitido coladas que, habitualmente drenadas a través de barrancos preexistentes, llegan a tener longitudes que oscilan entre los 2,7 km de Sietefuentes y los 9,1 km del volcán de Arafo. Las áreas ocupadas por piroclastos y coladas son igualmente variables, con valores conjuntos mínimos de 0,29 y máximos de 7,6 km²; en todos los casos, las coladas suponen más del 75% del total del área cubierta, con valores máximos del orden de los 90,9%. Estos valores son indicativos del carácter eminentemente efusivo de las erupciones volcánicas.

Los fenómenos recogidos en las fuentes documentales que se han producido con anterioridad a la apertura y a la formación de los volcanes históricos de las islas son múltiples, correspondiendo tanto a emanaciones gaseosas, a procesos sísmicos, a procesos de fracturación del suelo (con apertura de grietas en superficie), a la aparición de anomalías térmicas o a cambios en el caudal de las aguas, e incluso a desprendimientos de tierra. Desgraciadamente, los datos históricos que poseemos acerca de todo este

cortejo de fenómenos premonitorios son escasos y habitualmente insuficientes para caracterizar con detalle la etapa previa al desarrollo de cada una de las erupciones ocurridas en este período. Así, mientras que las alusiones a los sismos sentidos previos a la apertura de las fisuras eruptivas son relativamente abundantes y existen anotaciones sobre los mismos para la totalidad de los eventos volcánicos, las menciones al resto de las manifestaciones señaladas son breves y escasas, estando sólo registradas en muy contadas ocasiones (fundamentalmente cuando existía una observación directa de las zonas en las que posteriormente se llevaría a cabo la erupción) y limitadas en todos los casos, tanto temporalmente como espacialmente, a los días o a las horas previas al comienzo de la misma y a sectores muy puntuales de la isla.

La caracterización de esas fases previas es, por ello, limitada y muy variable, ya que ineludiblemente hemos de ceñirnos a los datos documentales reseñados en las crónicas, tanto más precisos cuanto más recientes son los procesos eruptivos.

De forma general, todas las manifestaciones volcánicas históricas han presentado varias fases eruptivas diferenciadas.

1.- Fase pre-eruptiva o premonitora: Suele corresponder a etapas de corta duración, que varía desde pocos años, una semana o sólo varios días antes de la apertura de los focos volcánicos. Durante la misma se suceden toda una serie de fenómenos (sísmicos, emanaciones gaseosas, anomalías térmicas superficiales, abombamientos del suelo, fracturación y cambios en el caudal de los cursos naturales de agua) que son indicativos de que el



proceso eruptivo está en marcha, y así es interpretado en muchas de las descripciones:

“que ya el discurso declaraba por los efectos que eran de volcán” (relación Manuscrita Núñez de la Peña, 1705. Real Sociedad Económica Amigos del País)

“se supo que en Güimar había abierto el volcán que se temía” (manuscrito anónimo Biblioteca Central de Cataluña).

2.- Fase eruptiva inicial: Coincidiendo con sismos sentidos y de cierta intensidad se produce la apertura de fisuras eruptivas, cuya longitud oscila entre los 300 y los 1.500 m, dando comienzo la erupción:

“declararon los hombres que se enviaron a reconocer la tierra, que avía reventado otro bolcán ... con más de treinta vocas...”

Durante esta fase, suelen desarrollarse fuentes de lava cuya altura oscila entre los 50 y los 100 m, generándose emisiones fluidas desenraizadas, que alternan temporalmente con la efusión de abundantes coladas de lava. Los sismos acompañantes disminuyen en intensidad y frecuencia respecto a la etapa previa.

3.- Fase eruptiva principal: Con aumento de la intensidad eruptiva y emisiones tanto efusivas como explosivas, pero con un cierto predominio de las primeras sobre las segundas. A lo largo de esta fase se suele producir la apertura de nuevos centros emisores o la reestructuración de

los previamente originados, con la concentración de la actividad en determinados puntos de la fisura eruptiva inicial. En las erupciones en las que la fractura se dispone de modo transversal a las curvas de nivel, se lleva a cabo también la especialización en el comportamiento de las bocas eruptivas, pasando los centros situados a mayores cotas a mostrar comportamientos exclusivamente explosivos, quedando los ubicados en los sectores de menor altitud relegados a la emisión de lavas.

Fase eruptiva final: Caracterizada por el debilitamiento progresivo o brusco de la actividad volcánica hasta su cese definitivo. Los últimos procesos suelen corresponder a manifestaciones de carácter explosivo muy débiles.

Fase post-eruptiva: Durante la cual se siguen manifestando toda una serie de fenómenos (sísmicos, fumarolianos, anomalías térmicas superficiales, procesos de fisuración y de asentamiento en conos y coladas) que están en relación con el lento enfriamiento del magma en el subsuelo y en superficie. También la actividad sísmica disminuye de forma progresiva, aunque se perciben aún sismos de baja intensidad y de frecuencia cada vez menor.

La actividad sísmica sentida asociada a estas erupciones no suele poseer gran importancia. Aquí solo se hace referencia a los sismos sentidos por una gran parte de la población, por lo que se considera que su intensidad es siempre igual o superior al grado III de la Escala de Intensidad Macrosísmica Europea, actualizada en 1998. Se trata, comúnmente de sismos de baja intensidad, de frecuencia irregular, y de carácter local –ya que por lo común afectan a áreas muy reducidas, que abarcan sólo a un



sector de la isla-. Estos movimientos sísmicos aumentan paulatinamente a medida que se aproxima el momento del comienzo de la erupción, tanto en cadencia –pasando de ser terremotos más o menos aislados en el tiempo a sismos en enjambre- como en intensidad. Durante las etapas inmediatamente anteriores a la apertura de la grieta eruptiva, los sismos suelen producirse acompañados de ruidos subterráneos o de “trepidaciones” del suelo.

En ocasiones, tras etapas de crisis sísmicas sentidas de cierta intensidad se suele producir, en los momentos previos a la apertura de la fractura eruptiva, cortos intervalos de calma, de un día o de varias horas, o períodos con un descenso palpable de la frecuencia e intensidad de los fenómenos. Así, por ejemplo, para la erupción de 31 de Diciembre de 1704 de la isla de Tenerife, existen referencias a la actividad sísmica a partir del día 24 de Diciembre (es decir una semana antes), en que se produjeron más de 30 sismos; estos fenómenos se registraron también durante los días 25, 26, 27 y 28, para luego descender de forma notable en los días (29 y 30) inmediatamente anteriores al comienzo de la erupción.

El estudio de la sismicidad histórica vinculada estas erupciones pone de manifiesto que los sismos más importantes, con intensidades máximas, calculadas en torno a VIII, suelen producirse al tiempo de la apertura de las grietas eruptivas o de las bocas cratéricas. La intensidad, frecuencia y duración de las etapas sísmicas que acompañan al inicio y al desarrollo de la actividad volcánica parecen guardar estrechas relaciones con los rasgos que poseen las fracturas volcánicas y con el comportamiento de la actividad. El estudio documental de la sismicidad volcánica histórica del

Archipiélago pone de manifiesto que las crisis más notables coinciden con las erupciones en las que la fractura se dispone de modo transversal a las curvas de nivel y con aquellas que muestran índices de explosividad más importantes como consecuencia del desarrollo de fases de carácter explosivo más acentuadas.

2.2.4.4 La erupción de Boca Cangrejo (1492)

El volcán de Boca Cangrejo se localiza en la dorsal NW a unos 1.500 m de altitud, en las proximidades y al Sur del volcán de 1909 (Chinyero), a tan sólo 1.200 m de longitud del mismo (Nº 4 en Figura 19). Constituye un edificio fisural, de unos 115 m de altura, y constituido por escorias y lapilli, del que se derraman lavas que dieron lugar a coladas muy ramificadas, que se extienden por la ladera Oeste-Suroeste hasta introducirse en el Valle de Tamaimo y alcanzar una cota de 115 m, cubriendo una superficie de unos 6,89 km², lo que supone un volumen de magma del orden de unos 0,03 km³ (Carracedo et al, 2007). Sus lavas son basanitas evolucionadas, con valores de diferenciación intermedios entre los más básicos de los volcanes históricos de Montaña de Garachico y El Chinyero, y los más evolucionados correspondientes al volcán del Chahorra (Rodríguez Badiola et al., 2006).

Este conjunto volcánico fue datado por Carracedo et al (2007) a partir de restos de carbón encontrados bajo sus lavas, que dieron una edad calibrada de 405±115 que corresponden al intervalo histórico de 1430 a 1660 AD, por lo que ha sido vinculado a la erupción descrita por Colón en 1492 (Carracedo et al, 2007). No obstante, existe una breve descripción de un historiador de fines del S. XVIII que menciona la existencia de una erupción producida después de la conquista y con anterioridad a la



primera erupción perfectamente documentada de 1704-1705. Por los comentarios relativos a su ubicación podría corresponder al volcán de Boca Cangrejo (Romero et al., 2009).

2.2.4.5 La triple erupción de Sietefuentes, Fasnía y Arafo en 1704-1705

La primera erupción de Tenerife que cuenta con registros documentales suficientes como para caracterizar lo sucedido durante la misma se produce a comienzos del S. XVIII, desarrollándose durante un intervalo temporal de unos tres meses, desde el 31 de diciembre de 1704 al 26 de marzo de 1705. A lo largo del período activo se formaron tres conjuntos volcánicos (volcanes de Sietefuentes, Fasnía y Arafo), separados espacialmente entre sí y dispuestos a lo largo de una fractura de 11 km de longitud. La erupción estuvo precedida, y acompañada, por crisis sísmicas de notable intensidad.

Los primeros fenómenos observados comenzaron al atardecer del miércoles 24 de Diciembre de 1704, cuando la tierra empezó a temblar en los lugares de La Orotava, Puerto de la Cruz y los Realejos de Arriba y de Abajo. Entre esa hora y las cinco de la tarde del día siguiente llegaron a sentirse un total de 29 terremotos que afectaron también a las localidades de Candelaria, Güímar y Arafo situadas en el interior del Valle de Güímar.

Los estremecimientos de la tierra se sucedieron durante los días 26 y 27, verificándose con intervalos de dos o tres horas. Hacia las nueve de la noche de este último día se produjeron, en el espacio de una hora, tres

temblores de mayor intensidad que hicieron estremecer los edificios y que motivaron el desalojo de las viviendas en los Valles de La Orotava y Güímar.

El domingo 28 al amanecer se movió la tierra con tanta violencia que se desplomaron algunos paneles de las Iglesias. Se celebraron procesiones y rogativas y, en La Orotava, se sacaron las imágenes de los templos (Nuestra Señora de la Concepción, Nuestra Señora de Candelaria, San Ignacio de Loyola, San Juan Bautista, San Agustín, Santo Domingo, etc.), por temor a que se desplomasen las techumbres. Los movimientos sísmicos estuvieron acompañados de ruidos subterráneos que parecían piezas de artillería que se disparaban y huracanes que venteaban de unas partes a otras y levantaban la tierra y la movían, haciendo como ondas en el mar, ocasionando el desplome de los edificios en la Villa de La Orotava y en los lugares de Los Realejos, Güímar y Candelaria. El terror y el espanto de los habitantes de las comarcas afectadas fue general y El Obispo de Canarias, D. Bernardo Vicuña Suazo mandó celebrar rogativas y exorcizar los montes por el gran estruendo de truenos, golpes y zumbidos que se oían debajo de la Tierra y que corrían de unas partes a otras.

Los terremotos llegaron a sentirse también en la ciudad de La Laguna, e incluso en el resto de la isla, donde los sismos fueron más ligeros y en menor número. Durante los días 29, 30 y 31 estos fenómenos se redujeron en número e intensidad. El último día del año se abrió el volcán de Sietefuentes, lanzando al aire materiales incandescentes. Estas primeras bocas se formaron al sur del Llano de Maja a unos 2.200 m de altitud y sólo estuvieron en actividad durante unos 5 días; en ese corto lapso de tiempo



se construyó un rosario de coneletes escoriáceos de dinámica estromboliana, de tan sólo 37 m de altura, dispuesto a lo largo de una fractura de unos 400 m de longitud.

Sin embargo, la erupción no había concluido aún. El día 5 de Enero de 1705 a las 8 de la mañana y a la una de la tarde se produjeron dos sismos de notable intensidad que preludieron la apertura de una nueva fractura eruptiva. Entre las 3 y las 4 de la tarde de este mismo día reventó un nuevo volcán, de mayor violencia que el anterior, extendiéndose sus cenizas desde Izaña hasta La Laguna. El volcán de Fasnía abrió sus bocas a 1 km al nordeste de las anteriores, en las estribaciones meridionales de Izaña y a una cota de 2180 m de altitud. Su intensidad era tal que los materiales arrojados por el mismo eran visibles desde el Valle de La Orotova, situado a las faldas opuestas de las cumbres donde se habían abierto los cráteres. Con un período activo de 12 días, las cuarenta bocas iniciales dispuestas a lo largo de una fractura de 1.250 metros de longitud terminarían por construir una cadena de pequeños volcanes, de dinámicas estromboliana, adosados e imbricados entre sí, con una altura máxima de 44 metros. En la actualidad son aún visibles una veintena de cráteres dispuestos en una línea de dirección NE-SW.

Desde estos focos eruptivos se emitieron un total de cinco corrientes lávicas, la mayoría de escaso recorrido, pues no llegaron a alejarse del entorno inmediato de los conos. Sólo la colada derramada desde los cráteres principales se deslizó vertiente abajo hasta alcanzar los 750 m de altitud. No hizo daño alguno, al encauzarse por el barranco de Areza o

Fasnía, deteniéndose en las inmediaciones de la ermita de San Joaquín. Todo parecía haber terminado milagrosamente el 16 de enero de 1705.

Durante los 16 días siguientes no hubo ningún tipo de actividad volcánica. No obstante, entre este paroxismo eruptivo y el posterior se produjo la apertura de largas y profundas grietas en el terreno a través de las cuales se siguieron emitiendo gases y se mantuvo la tierra en continuo movimiento. Estos sismos fueron los causantes de los mayores daños habidos hasta entonces. El día 27 de Enero *"...llegó la noticia de aver padecido ruina en Güímar en la cercanía de Nuestra Señora de Candelaria, 70 casas, y las demás muy maltratadas, hubo algunas desgracias, por aver perecido diez y seis personas, las mas mugeres, aunque no tanto por la operación de las ruinas quanto del horror y susto de los temblores..."* Junto con estas muertes, se produjeron el desplome de algunos riscos y el cambio de algunos caudales de agua, como el de Badajoz. A estos pesares se añadió, el día 31 de enero, la muerte del Obispo de Canarias Don Bernardo Vicuña Suazo. El 1 de febrero de 1705 todo pareció calmarse, pues no se produjeron nuevos terremotos que alarmasen a la población.

El 2 de febrero, entre las 4 y las 5 de la tarde se sintió un fuerte temblor y, en los altos del valle de Güímar: *"...reventó otro volcan entre dos roques que ha sido mayor que los dos primeros en fuegos, piedras y tronidos al despedirlas, viéndose sus llamas de la Ciudad."*

Este nuevo volcán se localizó en el sector de salida de la Caldera de Pedro Gil, a unos 7 km del anterior y a tan sólo 1.500 m de altitud. En la madrugada del tres de Febrero se sintieron los terremotos más fuertes



producidos hasta ese momento, al tiempo de abrir el volcán su boca principal; ese mismo día comenzó la emisión de materiales fluidos que se canalizaron primero, por el barranco de Perdomo y, luego por el de Amador, que guio la corriente de lava hasta casi llegar al mar, y después de haber corrido sobre el pueblecito de Arafo. Este volcán estuvo activo durante 54 días.

La actividad, el tamaño de los conos volcánicos e incluso los daños provocados fueron tanto más importantes cuanto más al Nordeste y cuanto menor fue la altitud a la que se localizaron los focos eruptivos. El rasgo principal de esta erupción fue sin duda la intensidad y número de terremotos registrados, es por ello que a este año se denomina en muchos textos históricos como "el año de los terremotos". Durante la erupción murieron 16 personas como consecuencia del colapso de viviendas provocadas por los terremotos.

En realidad, una vez finalizada la erupción del Volcán de Arafo, se siguieron produciendo terremotos de modo intermitente a lo largo de todo ese año y comienzos del siguiente, aunque de menor frecuencia e intensidad que los que acompañaron a la erupción de 1704-1705.

2.2.4.6 La erupción de Garachico (1705-1706)

Historiadores del s XVIII describen que tras la erupción de Sietefuentes-Fasnia-Arafo, durante la segunda mitad del año 1705 y comienzos de 1706, se produjo en la isla de Tenerife una importante crisis sísmica: "*Aunque se apagó al fin este volcán [se refiere al volcán de Arafo de 1705], los terremotos permanecieron más de un año; cuyas confusiones,*

extremecimiento de los edificios y haciéndose sentir más fuertemente, acompañados de ruidos subterráneos, principalmente en el Valle de La Orotava...no permitiendo a los habitantes vivir en las casas sino en tiendas de campaña en los despoblados..." (Martínez Fuentes, s XVIII, en Romero, 1991: 505)

Tanto la frecuencia de los sismos como su intensidad aumentaron en los momentos previos al inicio de la erupción. Refiere Fray Domingo Josef Cassares que en la noche del 4 al 5 de mayo de 1706, hacia las 8 de la noche, comenzaron a sentirse terremotos tan fuertes que "*veíanse sepulcros con efectos de querer arrojar los cuerpos muertos y en las casas empezaban a sentirse los techos bulliciosos, hasta rendirse, oíanse las campanas que con sentidos golpes parecía que tocaban a agonía...*" (Cassares, 1709, fol. 9), llegando a alcanzar intensidades VII y VIII.

Esta situación se mantuvo durante toda la noche y una hora antes de amanecer (Fr. Juan García, 1707), tras el cese momentáneo de los sismos, resonó bruscamente un estallido a lo lejos (Cassares, 1709). Coincidiendo con dicha explosión, en los sectores altos de Garachico a una altitud de 1.300 m y a unos 6,5 km de la ciudad, se produjo la apertura de una fractura de unos 950 m de longitud, con más de 12 focos eruptivos y de dirección NW-SE que abarcaba una diferencia altitudinal de casi 100 m en sus extremos (Romero, 1991).

La erupción presentó desde su inicio un comportamiento típico de las erupciones basálticas subaéreas, muy similar al descrito en otras erupciones históricas de la isla, como ponen de manifiesto los depósitos de



piroclastos asociados a los centros eruptivos y las formas que éstos presentan. Durante los momentos iniciales, a lo largo de la fractura se generaron fuentes de lava que edificaron pequeños coneletes de *spatter* desportillados hacia el norte (Figura 20, B-1) por la salida de corrientes lávicas muy fluidas de tipo pahoehoe (Figura 20, B-1). Estas coladas llegaron a alcanzar recorridos superiores a los 2,5 km de longitud. En la actualidad, estos edificios quedan cubiertos por los piroclastos emitidos posteriormente por los cráteres principales surorientales.

El mismo día 5 de mayo se produjo la concentración de la actividad en el tramo suroriental, pues los flujos lávicos principales tienen siempre su punto de origen en los dos cráteres situados en este tramo de la fractura. Estas coladas ponen de manifiesto no sólo una emigración de la actividad eruptiva desde el NW hacia el SE de la fractura inicial, sino también la concentración de la misma en su tramo suroriental. A lo largo de del día 5 de mayo la erupción fue evolucionando progresivamente hacia mecanismos de carácter estromboliano, con explosiones discretas a intervalos de varias por minuto. Los productos emitidos en este sector de la fractura (lapilli, escorias y bombas de tipo fusiforme), comenzaron a formar un cono de mayor desarrollo en altura y un campo de lapilli, orientado por el viento hacia el sur y suroeste de la fractura (Figura 20).

Hacia las siete horas de la tarde, algunas coladas de tipo aa, tras recorrer las laderas unos 6,5 km y con una velocidad de unos 0.25 m/s, caían de modo precipitado por el tramo del paleocantilado de 400 m de altura ubicado hacia el SW de la ciudad: “á las 7 de la tarde... se hechó sobre el camino que iba de Garachico á San Pedro de Daute, le entulló en parte, y

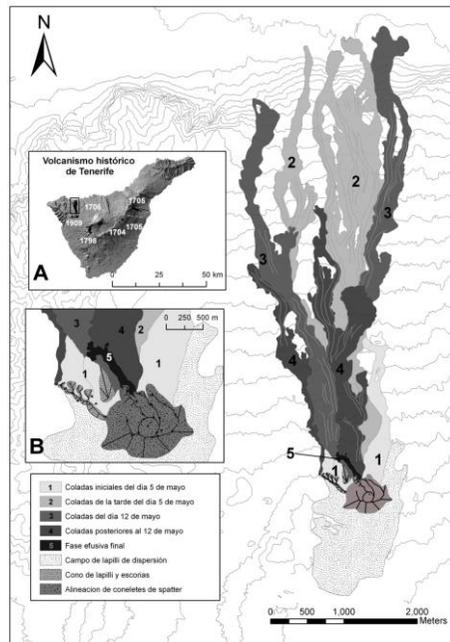
consumió algunas viñas de San Pedro” (Martínez Fuentes, en Romero, 1991) (Figura 20, 2 y Figura 21, a). La configuración arqueada del paleocantilado motivó que las coladas de lava que saltaban el escarpe confluyesen a su pie, favoreciendo además la formación de grandes bolas de acreción. Las bolas de acreción constituyen fragmentos de carácter esférico, núcleo escoriáceo y superficie masiva, con tamaños que oscilan entre pocos centímetros a varios metros de diámetro. Estas bolas se forman como consecuencia del propio movimiento de la colada. Cuando la colada salta importantes desniveles, la velocidad que adquieren las bolas de acreción es mucho mayor que la de la propia colada de la que proceden, de modo que suelen emplazarse a decenas, o incluso a centenas de metros, más allá de los frentes activos de las mismas. De este modo, aunque el frente de lava de estos brazos no avanzó mucho más allá, las bolas de acreción terminaron por caer al mar en el sector del puerto.

Dos horas más tarde, a las nueve de la noche, tres nuevos frentes digitados de dicha colada alcanzaron el escarpe algo más hacia el este: “y á hora de las nueve de la noche se descolgaron por los riscos de La Atalaya y Barranco Hondo” (Fr. Juan García, 1707, fol 1). Nuevamente, el trazado arqueado del escarpe motivó la confluencia de estos flujos al pie de los taludes, y su canalización por el antiguo barranco de Los Reyes, favoreciendo su llegada al mar y la colmatación de la bahía (Figura 20, nº 2 y Figura 21, b1-b2 y b3). Estas coladas siguieron corriendo durante algunos días, retirando el mar unos 250 m (Martínez Fuentes, en Romero, 1991).

El 12 de mayo de 1706, se confirmó un nuevo incremento de la actividad efusiva del cráter principal (Figura 20, 3) y nuevas coladas alcanzaron el

escarpe algo más al este que las anteriores. La obturación del barranco durante la fase efusiva anterior motivó un cambio en la dirección de los flujos en esta fase, que se derramaron hacia el norte. Durante el emplazamiento de estas coladas se formaron bolas de acreción de varios metros de diámetro que avanzaron más allá de sus frentes activos (Figura 20, 3, y Figura 21 c, c1 y c2).

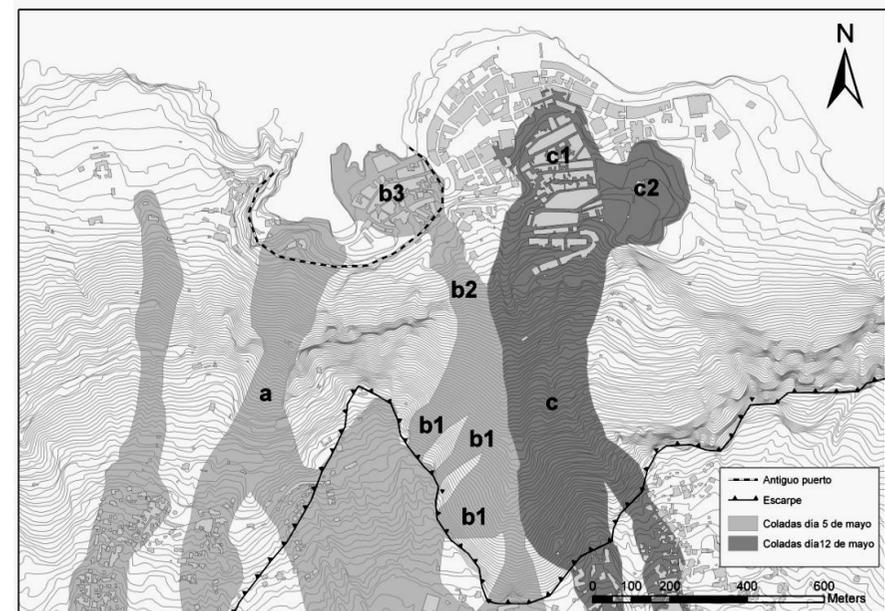
Figura 20. La erupción de Garachico. A: Localización. B.- Croquis morfológico de los centros de emisión. A la derecha, las unidades lávicas correspondientes a las distintas fases de emisión de la erupción de 1706



Fuente: Romero y Beltrán, 2015

La mayor parte de las crónicas se detienen en este punto. Con posterioridad, solo sabemos que el día 28 de mayo, la colada tenía su frente a menos de 100 m de la costa. A partir de esa fecha, debió producirse una reducción de la tasa de efusión, pues las coladas de fases posteriores se superponen a las anteriores y no llegaron en ningún caso a alcanzar el escarpe pre-litoral (Figura 20, 4 y 5). La erupción terminó el 13 de junio de 1706. El volcán había estado activo durante un período de unos 40 días.

Figura 21. Trazado de las coladas de la erupción de 1706. En gris claro las derramadas durante el 5 de mayo; en gris oscuro, las coladas del 12 de mayo de 1706. La línea punteada marca el límite del antiguo puerto



Fuente: Romero y Beltrán, 2015



2.2.4.7 La erupción de Las Narices del Teide (1798)

Transcurridos 92 años desde la erupción de Arenas Negras o de Garachico, el 9 de junio de 1798, entre 9 y 10 de la noche, una fuerte detonación sorprendió a los habitantes de la isla, fundamentalmente a los de Guía y Chío. Fue el anuncio de que había reventado un nuevo volcán en las faldas Sudoccidentales de Pico Viejo o Chahorra, a tan sólo a unos 300 m de su cima. Tanto el emplazamiento como la composición de los magmas emitidos durante esta erupción son inusuales en el volcanismo histórico de la isla, ya que este nuevo conjunto eruptivo es el único que se localiza en el Edificio Central de la isla y muestra, además, una composición intermedia (tephrifonolita), probablemente debido a una mezcla de magmas máficos profundos y félsicos del conjunto volcánico central Teide-Pico Viejo (Carracedo, 2016).

Desde el comienzo de la erupción, la fractura eruptiva fue rasgando de forma paulatina el flanco de Pico Viejo desde una altitud aproximada de 2.350 m hasta alcanzar una cota de 2.750 m a lo largo de 1.000 m de longitud. Algunos textos afirman que inicialmente se abrieron un total de quince bocas, que se redujeron luego a doce y que, al cabo de un mes, sólo permanecían en actividad dos cráteres. Aunque el dinamismo eruptivo fue esencialmente estromboliano, la diferencia de casi 450 m en la altura de los cráteres inferiores y superiores fue la causa del llamativo contraste de comportamiento eruptivo entre los mismos. Mientras que las bocas situadas a menor cota emitían abundantes caudales lávicos, en las superiores se formó una columna eruptiva que llegó a alcanzar la cima del Teide, presentando una altura mínima de unos 1.000 m. Esta columna fue visible desde muchos puntos de la isla y las cenizas arrastradas por el

viento llegaron a cubrir los tejados y la vegetación de muchos lugares con una capa de algunos milímetros de espesor en Los Realejos, La Orotava, Icod y Garachico. Es probable, además, que durante la erupción se produjesen algunas fases freatomagmáticas de mayor intensidad eruptiva. Las corrientes de lava se derramaron desde los focos inferiores y dieron lugar a dos coladas; una que se dirigió a Chasogo y otra que ocupó el espacio entre el volcán y la pared de La Cañada del Cedro.

Pasados los primeros momentos de desconcierto, pronto se conoció que el volcán no causaría graves daños, por cuanto los materiales emitidos no podrían sobrepasar el amplio circo de Las Cañadas. La pared de Las Cañadas actuó como una auténtica barrera natural que controló el emplazamiento de las lavas emitidas durante la erupción.

Poco más sabemos de este episodio volcánico ya que los relatos existentes apenas abarcan los primeros diez días, desde el 9 hasta el 18 de junio. Fue, sin embargo, una erupción larga, pues las manifestaciones eruptivas se prolongaron a lo largo de tres meses. La erupción terminó hacia mediados de septiembre de 1798.

Si las erupciones habidas en Tenerife a principios del S.XVIII pasaron totalmente desapercibidas en España y en el resto de Europa, la erupción de Chahorra o de las Narices del Teide fue ampliamente difundida en los círculos científicos de ese momento. A ello contribuyó la publicación de un relato de la erupción, realizado por D. Nicolás Segundo de Franqui, en las prestigiosas revistas científicas de Anales de Historia Natural de España y de Annalen der Physik de Alemania y la enorme divulgación de los



grabados del volcán en erupción, realizados a partir de un dibujo de D. Bernardo Cologan Fallow. Sin embargo, fueron los viajeros y naturalistas que visitaron la isla entre fines del S. XVIII y comienzos del S.XIX, como Humboldt, Bory de Saint Vincent, Buch, etc., los que más ayudaron a su difusión. De hecho, este episodio eruptivo constituye uno de los más conocidos de época histórica de Tenerife, quizás en ello interviniera también su localización en las faldas de uno de los volcanes más visitados en el S. XVIII, el Teide.

2.2.4.8 La última erupción histórica. El Chinyero (1909)

Como corresponde a un evento ocurrido a principios del S XX, la erupción del Chinyero, localizada en los altos de Santiago del Teide, es la que cuenta con información más detallada, completa y fiable. Se trata de un episodio volcánico del que existen desde relatos de testigos presenciales de los hechos, documentación de carácter científico, la crónica diaria de los fenómenos recogidos en la prensa, hasta fotografías y postales que muestran al volcán en erupción.

Fue conocido en su momento como "Volcán del Decreto", al desarrollarse su período activo coincidiendo con el Decreto en que se propuso la división administrativa del Archipiélago Canario en dos provincias distintas.

Habían transcurrido 110 años desde que terminara la erupción de Chahorra, cuando se empezaron a sentir movimientos sísmicos; primero, en el año de 1908, aislados y poco intensos, para luego aumentar en violencia y frecuencia a lo largo del año de 1909.

Durante los momentos previos a la apertura de la fisura eruptiva los terremotos estuvieron acompañados de ruidos subterráneos y de la reactivación visible de las fumarolas del Pico del Teide.

La erupción comenzó a las dos y media de la tarde del día 18 de noviembre de 1909 con la apertura de una fisura en la antigua montaña del Chinyero. Durante la tarde se formaron seis bocas eruptivas más, dispuestas a lo largo de una línea de unos 600 m de longitud. El pequeño conelete de escorias, que marca el punto inicial de la erupción y que cierra la fractura volcánica hacia el SE, sólo estuvo activo a lo largo de los dos primeros días. Entre el 19 y 21 de noviembre la actividad se concentró en el tramo NW de la grieta eruptiva, observándose la construcción de dos pequeños aparatos volcánicos adosados. Desde los primeros momentos la columna eruptiva de estos focos se orientó hacia el norte, debido al soplo constante de vientos de componente sur. Este hecho, junto a la emisión constante de las coladas de lavas hacia el sur, determinó la edificación de un conjunto volcánico asimétrico, con dos conos abiertos en herradura de vértices poco acentuados.

El día 21 de noviembre, el aumento de la intensidad volcánica ocasionó la unión de los cráteres que habían estado en actividad hasta ese momento, dando lugar a la formación de una única columna eruptiva y a la remodelación del doble edificio asimétrico hasta configurar un único edificio volcánico. Durante los días 22 y 23 de noviembre se produjo un aumento sensible de las emisiones lávicas, que fue acompañado por un descenso en la violencia de las explosiones y por un aumento de los intervalos de tiempo entre dos explosiones seguidas. A partir del día 24, el



descenso de la actividad fue evidente. El día 26 de noviembre el volcán dejó de emitir coladas de lava y la actividad de los focos volcánicos se redujo al lanzamiento de materiales fragmentados cada diez minutos. El día 28 de noviembre la inactividad era ya total.

La reacción de la población, fundamentalmente la de Icod, La Culata, El Tanque y Garachico fue de gran alarma; hasta el punto de que muchos habitantes desalojaron sus casas y se trasladaron a otros lugares de la isla más seguros. El alcalde interino de Icod llegó a enviar un telegrama al Gobernador Civil en Santa Cruz, en los siguientes términos: “Pueblo casi desalojado remitan cuantos coches haya en Santa Cruz y La Laguna, convendría así mismo buques para estos puertos”.

No obstante, este volcán hizo poco daño, dada su situación en las cumbres, su lejanía de núcleos de población, el carácter moderado de las explosiones estrombolianas, su corta duración y el derrame de las coladas que, al presentar numerosas bifurcaciones, no llegó a alcanzar recorridos importantes. No obstante, durante la erupción se propagó el rumor de que el Marqués de San Andrés, dueño de una de las mejores fincas del Valle de Santiago, hacia el cual corrían las coladas, pretendía desviar la corriente de lava con la construcción de un dique. Alarmados, los vecinos de Los Llanos y de El Tanque, armados con palos y en actitud hostil, intentaban impedirlo resueltamente, pues pensaban que ello ocasionaría el cambio brusco del camino de la lava y la posibilidad de que afectasen a sus terrenos. La intervención de D. Antonio Ponte y Cologan, encargado por el Gobernador Civil para el seguimiento de la erupción, resolvió el problema. Quizás la única anécdota a resaltar fue la plaga de hormigas producida en algunos

lugares de la isla al tiempo de la erupción. Pasados los primeros sustos, el volcán se convirtió en un atractivo turístico, hasta el punto de que acudieron a visitarlo muchas personas, incluidos algunos centros escolares, se fletaron barcos para el traslado de los visitantes e, incluso, acudieron exprofeso turistas extranjeros.

2.3 Hidrología

2.3.1 Rasgos de las redes y cuencas de drenaje de Tenerife

Las relaciones existentes entre la geología y la morfología de las construcciones volcánicas que arman la isla de Tenerife y la organización de su drenaje son evidentes. Habitualmente, el diseño de los sistemas de drenaje de los territorios volcánicos se ha relacionado con modelos que asocian el trazado de cuencas y redes con el desarrollo de edificios volcánicos puntuales (estratovolcanes, domos, conos...), de lo que resultan distribuciones de redes y cuencas de marcado carácter radial, al acomodarse el drenaje a formas topográficas cónicas acentuadas (Romero et al., 1999).

El análisis de la organización hídrica de Tenerife evidencia una gran variabilidad en los modelos de los tipos de redes de drenaje, dada la presencia de grandes y complejas construcciones, no siempre cónicas, diferenciadas por sus rasgos volcanológicos, geológicos, morfológicos e incluso topográficos. En efecto, la dimensión y forma de las cuencas, el diseño y la configuración de la red hídrica se adaptan a las topografías y las pendientes estructurales de los edificios volcánicos originales y se disponen paralela o radialmente a partir de sus líneas de cumbres





constituyendo, por lo general, redes de tipo consecuente, en las que los cursos de agua principales corren en el mismo sentido en que buzan los estratos (Romero et al., 2004). De este modo, a la compartimentación espacial generada por la presencia de las estructuras volcánicas se une un sistema de drenaje complejo que enriquece topográficamente el relieve insular.

Por otro lado, los rasgos derivados de las condiciones climáticas tanto pasadas como actuales, vinculados a regímenes de precipitaciones variados, favorecen, en asociación con la edad y estructura de los diferentes edificios volcánicos, la generación de sistemas hídricos que no siempre muestran los mismos rasgos. Este hecho explica que, en Tenerife, la mayor parte de las cuencas existentes sean, en realidad, herencia de situaciones morfoclimáticas pasadas (Romero et al, 1999, 2004, 2006).

En la actualidad, el funcionamiento de estas cuencas es limitado y se caracteriza por la ausencia de cursos de agua permanentes. El régimen de precipitaciones, irregular y de alta concentración, y la existencia de desniveles acusados favorecen procesos de torrencialidad marcados, de funcionamiento esporádico. Su acción se limita a dos o tres ocasiones al año, fundamentalmente en otoño-invierno, siendo muy raros los episodios torrenciales en primavera e insólitos durante el período estival (PEIN Tenerife, 2018).

En territorios de este carácter, la existencia frecuente de depresiones cerradas (cráteres, calderas o sectores de cierre y obturación de antiguas redes de drenaje) favorece la existencia de áreas de acumulación de

láminas de agua que no tienen capacidad de drenar al mar de manera encauzada.

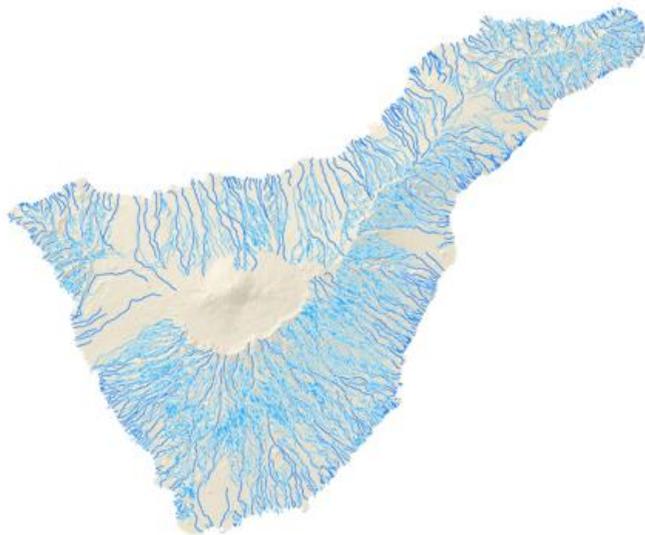
Cuando los territorios son considerados como volcánicamente activos, a estos condicionantes topográficos se une la extremada juventud del substrato -con coladas aa, pahoehoe y en bloques y áreas de acumulación de piroclastos de dispersión-, que favorece la infiltración del agua e inhibe la esorrentía, generando la existencia de amplias áreas donde la erosión aún no ha tenido tiempo de labrar cauces y establecer redes de drenaje jerarquizado.

Habitualmente, los rasgos asociados al sistema de drenaje de un determinado territorio constituyen elementos esenciales del relieve del mismo que son solo considerados desde un punto de vista descriptivo. Sin embargo, dado el objetivo de este plan y del carácter de muchos de los peligros vinculados al volcanismo, cuyo emplazamiento está controlado entre otros factores por la topografía, las cuencas y redes hidrográficas se convierten en unidades espaciales de canalización de los flujos volcánicos. Este hecho determina que habitualmente en muchas regiones del mundo las redes y cuencas hidrográficas sean utilizadas como unidades espaciales de límites netos en la zonificación de los riesgos volcánicos. Por otro lado, el seguimiento y control de las variaciones de las propiedades físico-químicas de las aguas subterráneas y su monitoreo, es uno de los parámetros indispensables a considerar en la vigilancia del sistema volcánico de la isla de Tenerife.

2.3.2 La red de drenaje de Tenerife

En general, como rasgo típico de edificios volcánicos, la red insular de drenaje de cauces es muy densa, con escasa jerarquización y disposición radial en buena parte del territorio. Los numerosos barrancos que conforman esta red se caracterizan por un régimen de flujo discontinuo y esporádico, a pesar de lo cual disponen de un gran potencial erosivo como consecuencia de una hidrología torrencial, el fuerte relieve de la isla y la intensa meteorización que experimentan las rocas volcánicas que la forman.

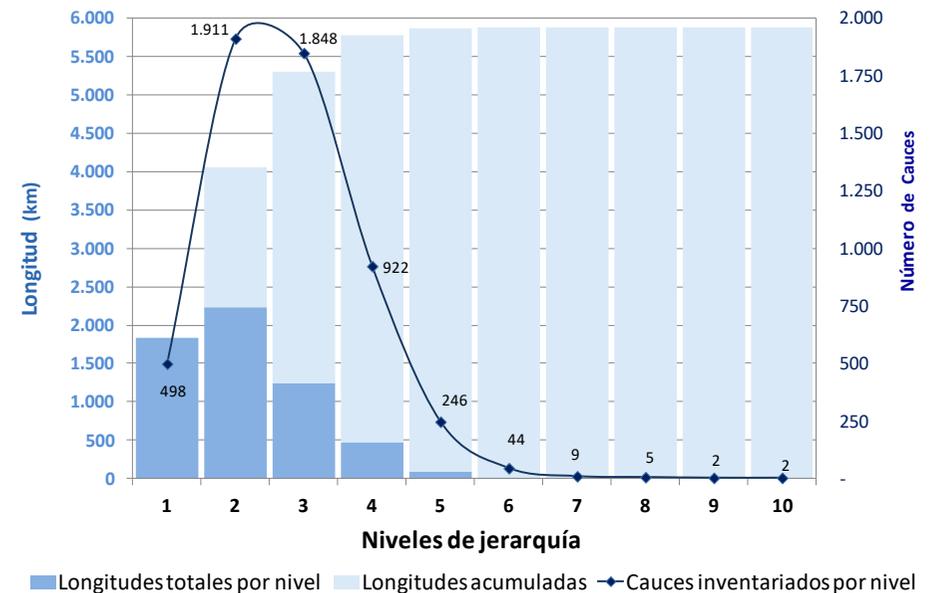
Figura 22. Distribución espacial de los cauces de la red de drenaje de Tenerife



Fuente: CIATF

Según el Plan Hidrológico de Tenerife, la red hidrográfica está conformada por los cauces principales que constituyen su columna vertebral, sobre los que descargan los cauces correspondientes a otros tantos ramales, subramales..., de acuerdo con una estructura jerárquica que en algún caso llega a alcanzar hasta 10 niveles de ramificación. En la última actualización del Inventario Oficial de Cauces realizada por el Consejo Insular de Aguas de Tenerife (CIATF) se han censado 498 cauces principales, con una longitud acumulada de 1.831 km, a los que se unen casi 5.000 cauces afluentes, sumando entre todos una longitud total conjunta de 5.881 km.

Gráfico 1. Caracterización de la red hidrográfica de Tenerife



Fuente: CIATF –Elaboración propia



Dentro de esta red destaca por su mayor longitud el barranco de *El Charcón* (25,26 km) en Granadilla y, ligeramente inferior que éste, el de *Orchilla* (24,39 km) en el mismo municipio. A ellos les sigue el barranco de *El Río* que con una longitud similar (24,27 km) separa Granadilla de Arico, además de otros barrancos que superan también los 20 kilómetros de longitud: *Las Galletas* (23,79 km) en Arona; *Las Vegas* (22,31 km) en Granadilla; *Los Abejones* (22,18 km) en Arico; *El Rey* (21,51 km) nace en las cumbres de Vilaflor y en el tramo final divide los términos de Adeje y Arona; el de *Polegre* (20,11 km) discurre por entero dentro de Arico.

Tabla 2. Cauces más relevantes por sus rasgos hidrográficos

CUENCAS VERTIENTES DE MAYOR SUPERFICIE	
Topónimo del Cauce principal	Área (km ²)
Barranco de Tamadaya y de las Carretas	57,56
Barranco de Las Galletas	50,93
Barranco San Juan o de Guaria	50,84
Barranco el Charcón	41,15
Barranco la Orchilla	39,87
Barranco de Santos	39,81
Barranco del Valle de Santiago	37,58
Barranco del Rey	35,47
Barranco Martíáñez	32,60
Barranco Uchoba o Ifaya	32,51
Barranco Badajoz	31,50
Barranco del Río	29,30

RED DE DRENAJE CON MAYOR NÚMERO DE AFLUENTES	
Topónimo del Cauce principal	Total de afluentes
Barranco de Tamadaya y de las Carretas	224
Barranco del Infierno	156
Barranco la Orchilla	156
Barranco del Rey	148
Barranco el Charcón	130
Barranco de Las Galletas	115
Barranco Uchoba o Ifaya	113
Barranco de Tahodio	109
Barranco del Río	107
Barranco Badajoz	106

Atendiendo a la entidad de los barrancos y las características de sus respectivas cuencas vertientes, la planificación sectorial diferencia dentro de la red hidrográfica insular las siguientes categorías:

- **Red principal o de cumbre:** Está conformada por todos aquellos barrancos cuya cuenca vertiente se extiende desde las cimas más altas de la isla hasta la costa. El drenaje se produce a través de una arteria principal en la que a su vez desembocan varios afluentes y subafluentes. Estas cuencas reciben las mayores precipitaciones que, unido a sus considerables superficies, debería significarles el ser las mayores generadoras de volúmenes de escorrentía si no fuera porque la permeabilidad de los suelos de cobertura es aún más decisiva que la propia pluviometría o la superficie receptora. A igualdad de condiciones



de permeabilidad, las cuencas de esta red son las que producen, tanto en caudal como en volumen, las escorrentías más importantes.

- **Red secundaria o de medianías altas:** Está formada por un conjunto de barrancos cuyas cabeceras de cuenca se asientan muy cerca del casquete de cumbres, llegando, por tanto, también a participar de las precipitaciones más intensas. La estructura de sus cuencas vertientes totales es más simplificada; generalmente se trata de cuencas drenadas por una arteria principal con uno o dos cauces afluentes de importancia. Como en el caso anterior, sus aportaciones, de menor consideración que las de la red superior, están en consonancia con la superficie de recepción de lluvia y la geomorfología de los suelos.
- **Red terciaria o de medianías bajas:** Dentro de este grupo se incluyen una serie de barrancos con superficies de cuencas receptoras susceptibles de generar aportes aprovechables de escorrentía; y ello aún a pesar de tener sus cabeceras muy lejos de los núcleos donde se producen las máximas precipitaciones pues su principal característica hidrológica reside en la baja permeabilidad de sus suelos de cobertura.
- **Red costera:** Está constituida por un buen número de pequeños barrancos y barranqueras cuyo nacimiento se localiza a poca distancia de la costa. Por esta razón, además de disponer de superficies de cuencas vertientes muy pequeñas reciben las menores precipitaciones.
- **Red no desarrollada:** En la vertiente suroccidental de la Isla los materiales que conforman su cobertera todavía no han tenido tiempo

de conformar una red drenaje definida. En estas zonas la generación de aguas de escorrentía solo es posible a partir del suceso de temporales más que extraordinarios.

- **Cuencas endorreicas:** Se trata de superficies del territorio en las que el agua no tiene salida superficial por gravedad. Es el caso de cada una de Las Cañadas del Teide, las cuales, después de un temporal, se convierten en auténticas lagunas en las que el agua se mantiene durante varias semanas hasta ser consumida por la evapotranspiración y la infiltración. Especialmente significativa por su amplitud es la que se forma en el Valle Ucanca.

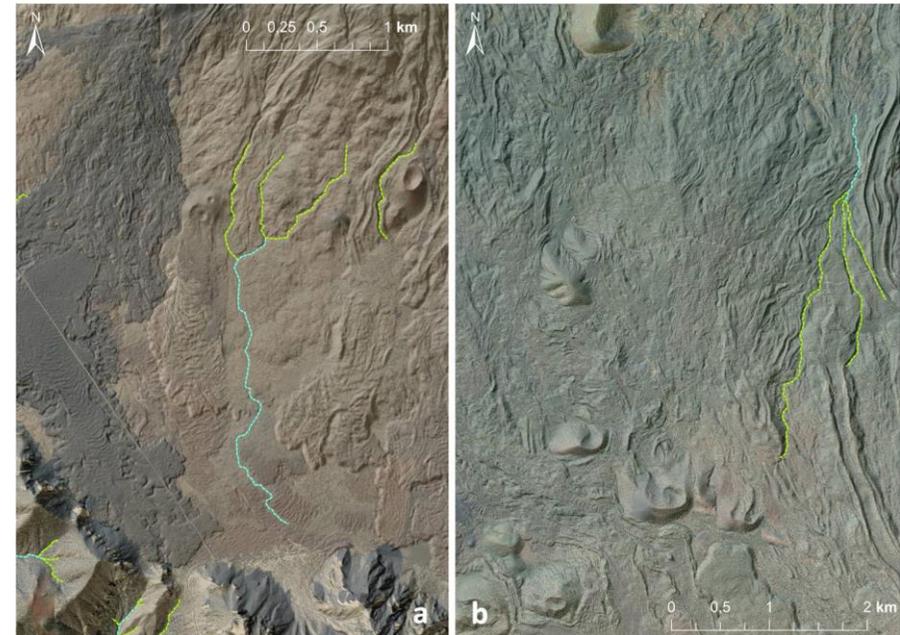
Uno de los rasgos característicos de la red hidrográfica de Tenerife es que prácticamente el 30% de su superficie carece de drenaje jerarquizado. Tal como se indicó anteriormente, el sistema de drenaje natural está conformado por áreas arreicas -en las que no existen prácticamente cauces, y éstos no se articulan formando redes hidrográficas-, sectores endorreicos -caracterizados por la ausencia de desembocadura al mar de las aguas de escorrentía-, y ámbitos donde las aguas corrientes han labrado talwegs y cuencas, con divisorias de aguas, áreas de cabecera, cursos medios y desembocaduras perfectamente delimitados topográficamente.

Frente a los ámbitos arreicos y endorreicos, el drenaje de la isla se articula a partir de barrancos de cabeceras amplias y compartimentadas y canales de desagüe estrechos, profundos y con frecuentes rupturas de pendiente, de funcionamiento esporádico, pero de marcada torrencialidad (Quirantes et al., 1993). De génesis torrencial, el sistema hídrico insular consta de casi

medio millar de cuencas de magnitud, jerarquía, forma y distribución variables. De dimensiones reducidas, poco más de la mitad tiene una superficie inferior a 1 km²; las de mayor tamaño, de escasa significación por su número en el total (en torno al 1%), no superan los 60 km². Entre estos valores extremos se sitúan los correspondientes a sistemas que tienen entre 1-3 km² (17,83%), 3-5 y 5-10 km² (8,53 y 7,49%, respectivamente) (Romero, 1999). En cuanto a la jerarquía, las que alcanzan un orden 6 de ramificación sólo suponen el 0,2% del total de las cuencas, ocupando en cambio un 18,28% de la superficie insular; valores que contrastan con los que registran las de orden 1, que destacan por su número, el 43,93% de las delimitadas, y escasa entidad, el 5,31% de la extensión total de la isla. (Romero, 1999).

Entre todas las cuencas sobresalen las de orden 4 y 5, pues siendo el 11 % del conjunto ocupan el 56,5% de la superficie drenada; valores que resaltan frente a los de las cuencas de orden 1 y 2, que destacan por su número, el 72% de las delimitadas, y escasa entidad espacial, 6,8% del área con drenaje. El predominio de cuencas pequeñas y de altas pendientes remite, por lo general, a la edad del volcanismo, cuyo carácter reciente implica una labor erosiva menos prolongada en el tiempo. Los aspectos considerados evidencian que la escorrentía en Tenerife se produce asociada a partir de pocas cuencas de gran dimensión y mayor nivel de desarrollo (órdenes 4, 5 y 6).

Figura 23. Ejemplos de redes de orden 2 sin drenaje directo al mar en el flanco meridional de Pico Viejo (a) y en el dorso meridional de Abeque (b)



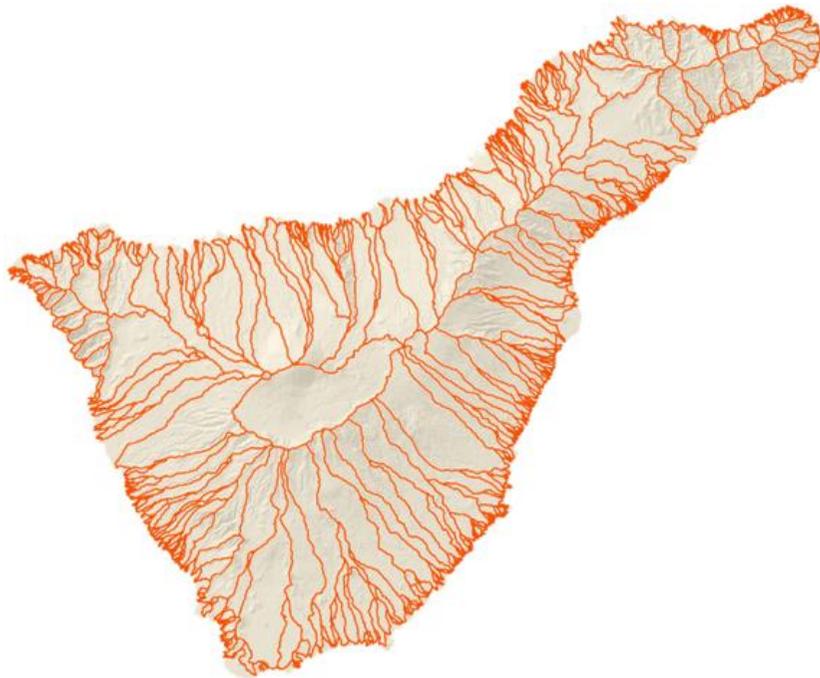
Fuente: Elaboración propia

El conjunto de cauces muestra niveles de encajamiento y perfiles transversales diferenciados, en función de la particular evolución morfoclimática de cada una de las estructuras volcánicas definidas para la isla. De ello resulta la coexistencia de valles amplios y profundos, numerosos en Anaga, y valles estrechos y de incisión incipiente, como se observa en algunos ámbitos de la dorsal de Pedro Gil.

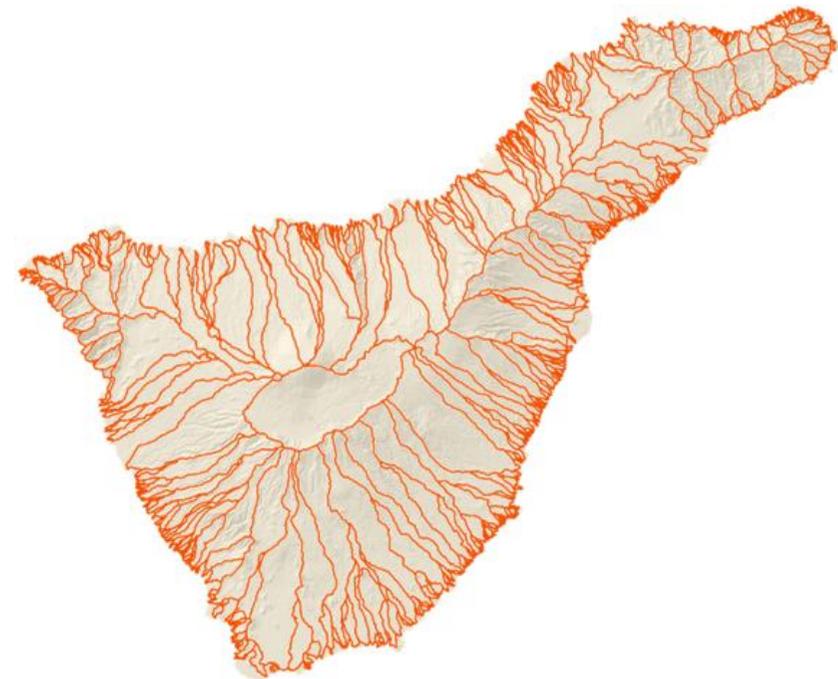
Del conjunto de cuencas existentes en la Isla, 59 no tienen salida directa al mar y muestran órdenes bajos, habitualmente 1 ó 2, y sólo ocasionalmente de 3. Algunas de ellas corresponden a cuencas localizadas entre los 500 y los 2.500 m de altura, generadas a partir de la obturación de redes previas por flujos volcánicos posteriores, o desarrolladas en las depresiones intra e interlávicas de flujos lávicos recientes. (Figura 23).

El sistema de cauces y cuencas muestra modelos de distribución espacial que incluyen tanto sistemas paralelos y divergentes a los interfluvios principales, como sistemas radiales a partir de las líneas de cumbres. Esta particular articulación es fruto de la adaptación del drenaje a edificaciones de marcado carácter rectilíneo y a grandes construcciones troncocónicas (Figura 24. Cuencas de los barrancos principales o de primer orden

Figura 24. Cuencas de los barrancos principales o de primer orden



Fuente: CIATF



Fuente: CIATF

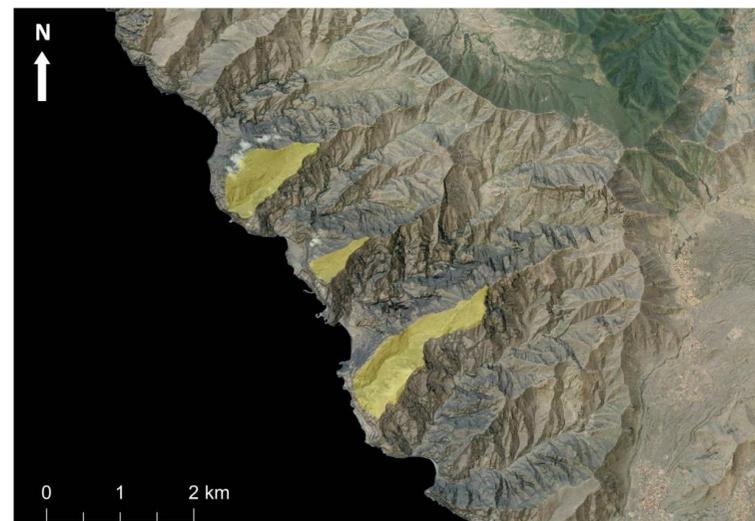
).

2.3.3 Configuración y orden de las cuencas hidrográficas de Tenerife

Siguiendo el estudio llevado a cabo por Romero et al., (2004), basado en el análisis morfométrico de las cuencas y redes hidrográficas, según la metodologías de Horton (1945) y de Strahler (1964), y que tiene como objetivo la valoración de su respuesta a episodios extremos de precipitación, en la isla de Tenerife es posible establecer los siguientes modelos de organización hídrica

La red hidrográfica de los macizos volcánicos antiguos caracteriza a los edificios volcánicos de Anaga y Teno. En estas áreas destaca el predominio de redes de drenaje de órdenes 4 y 5 de diseño arborescente. Separados por interfluvios marcados, sus cauces principales salvan desniveles de 500 a 1.000 m, con recorridos medios de 5 a 7 km. Constituyen cuencas de disposición paralela y divergente a partir de la línea de cumbres principal en el tramo central de las estructuras que muestran, sin embargo, diseños en abanico cuando se localizan en su periferia.

Figura 25. Cuencas colgadas sobre los cauces principales y el acantilado de Los Gigantes en el Macizo de Teno. Perfiles (abajo)



Fuente: Elaboración propia

En todos los casos, su planta se caracteriza por la macrocefalia de sus cabeceras, pues se abren en los sectores de los macizos donde predominan los materiales escoriáceos y son numerosos los planos de



discontinuidad estratigráfica (diques, contacto entre capas de naturaleza diferenciada como piroclastos, suelos, niveles detríticos, almagres y lavas). Constituyen cuencas estrechas y de escaso desarrollo de sus tramos medios, bajos y desembocadura, al encajarse en apilamientos esencialmente lávicos y con menor número de planos de discontinuidad estratigráfica (Romero et al., 2004).

En los sectores próximos al litoral existen cuencas de órdenes 1 y 2, que en su momento debían estar integradas en otras de rango superior. El retroceso de la antigua línea de costa por erosión marina ha dejado colgados estas antiguas unidades de drenaje sobre el nivel de encajamiento actual de los cauces y la parte superior de los acantilados costeros (Figura 25).

La elevada densidad de drenaje de los macizos determina que las áreas arreicas se reduzcan a tramos costeros muy puntuales, fundamentalmente asociados a la presencia de deltas y plataformas lávicas pleistocenos.

2.3.3.1 La red hidrográfica de las dorsales volcánicas

Las redes y cuencas de este modelo hidrográfico están bien definidas, aunque muestran rasgos contrastados según la edad del volcanismo. Donde éste es inferior a los 690.000 años, las redes son de diseño paralelo, y están integradas por cauces con interfluvios planos, que en un 80% de los casos no superan el orden 3 y cuyo colector principal tiene de 7 a 10 km de longitud media. Su encajamiento suele ser de unos 50 m, debido al carácter reciente y potencia de las coladas. A ello contribuye que son redes en continua reorganización, con frecuentes fenómenos de obturación y

captura, pues la construcción de conos y derrame de coladas colmatan cursos previos. Los cauces principales drenan cuencas alargadas, con cabeceras poco desarrolladas, tramos medios y bajos estrechos y desembocaduras angostas, que a veces quedan colgadas sobre los acantilados marinos. Lo reciente de su elaboración se traduce en una densidad de drenaje media de tan sólo 2,7 km/km² y en la alternancia de amplias superficies arreicas de cierto desarrollo entre las cuencas (Romero et al., 2004).

Ahora bien, si los materiales de la dorsal tienen entre 1 y 2 M.a., la erosión continuada dibuja redes de tendencia arborescente. Su labor se ve favorecida, además, por la presencia de numerosos conos volcánicos pleistocenos en sectores de cumbres labrados por multitud de cauces de orden 1, cuya confluencia incrementa hasta 4 y 5 la jerarquía de redes y cuencas y hasta 5,7 km/km² la densidad de drenaje.

2.3.3.2 La red hidrográfica asociada al edificio Cañadas

Su rasgo más sobresaliente es la disposición radial del drenaje, al adaptarse a formas topográficas cónicas. Se trata de sistemas constituidos por cuencas alargadas de rangos 3, 4 y 5, avenadas por redes arborescentes abiertas sobre materiales predominantemente volcanoclásticos, que no ofrecen gran resistencia a la erosión, por lo que su densidad de drenaje es alta. En Las Cañadas, la organización radial del drenaje es menos nítida ya que el edificio consta de un único flanco que se prolonga hacia el S y SW de la isla. Estos dorsos están surcados por cauces que superan desniveles de 2.000 m de altura en un espacio de 25 a 30 km,



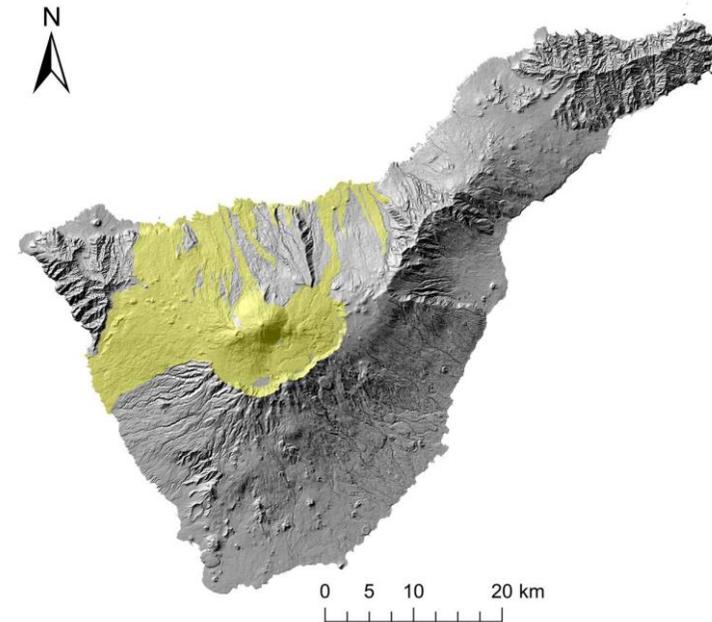
por lo que el colector principal de muchas de sus cuencas puede tener entre 15 y 20 km de longitud (Romero et al., 2004).

2.3.3.3 Las áreas arreicas

De amplio desarrollo en la dorsal de Abeque, Valle de Icod, Teide y Pico Viejo, son superficies de gran continuidad espacial asociadas a edificios volcánicos con edades máximas de 200.000 años, tipo dorsal o estratovolcán, y a conos volcánicos monogenéticos, malpaíses y deltas lávicos de menos de 10.000 años. De este modo, la práctica ausencia de talwegs definidos en estos sectores de la isla, imposibilita la organización jerarquizada de la escorrentía superficial y determina la aparición de áreas carentes de cauces y de los mencionados talwegs, bien definidos y de cuencas hidrográficas de límites topográficos netos. La ausencia de redes jerarquizadas se reconoce también en sectores de volcanismo antiguo (como Anaga y Teno), donde se caracterizan por su escasa extensión y fragmentación espacial. En estos edificios, las áreas arreicas se asocian a antiguos niveles de erosión o a la existencia de deltas y plataformas lávicas costeras (Romero et al, 2006).

La existencia de áreas arreicas no excluye, sin embargo, la presencia ocasional en su interior de cauces aislados de escasa longitud y encajamiento, sin cabecera y desembocadura, abiertos en los flancos de conos escoriáceos o asociados al contacto entre unidades lávicas de distinta edad, el interior y bordes de coladas y malpaíses. Suelen ser cauces cortos, cuyas aguas se pierden por infiltración bajo las coladas recientes por lo que pueden considerarse como sectores endorreicos.

Figura 26. Los sectores arreicos de mayor continuidad y superficie se asocian a los territorios de mayor juventud geológica de la isla de Tenerife



Fuente: Elaboración propia

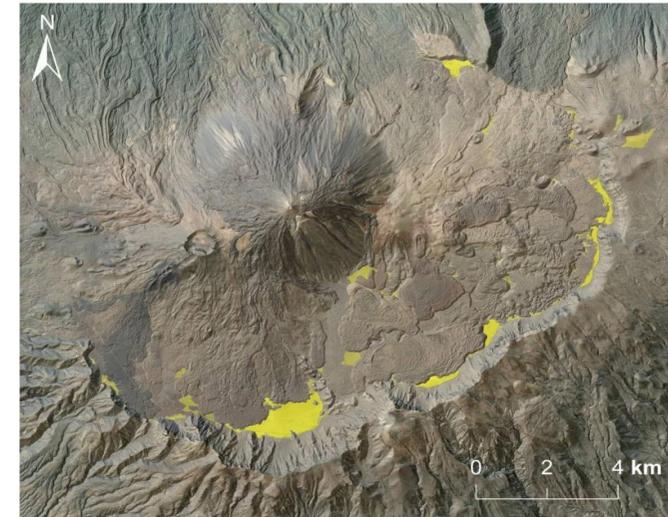
2.3.3.4 Las áreas endorreicas

El endorreísmo puede ser definido como la afluencia de las aguas de un territorio hacia el interior de este y sin desagüe al mar. La existencia de depresiones capaces de favorecer la formación de áreas carentes de avenamiento al mar es habitual en los territorios volcánicos y origina la formación de encharcamientos esporádicos o permanentes en función de

los rasgos de las precipitaciones de esos territorios. Dado el régimen de precipitación que caracteriza a Tenerife, las áreas arreicas de la isla corresponden a sectores en los que el avenamiento, al carecer de salida al mar, origina encharcamientos esporádicos y temporales.

Las áreas endorreicas de mayor desarrollo están vinculadas a las zonas de contacto entre estructuras de diferente cronología, como macizos antiguos y dorsales, o entre el edificio Cañadas y el estratovolcán Teide-Pico Viejo. Se trata de depresiones de topografía plana, de pendientes suaves y planta irregular en las que sólo ocasionalmente, durante episodios de precipitaciones de alta intensidad y concentración horaria, es capaz de acumularse el agua. Estas zonas se han formado como consecuencia de la obturación de antiguas cuencas de los macizos antiguos de Anaga, Teno y Cañadas por el emplazamiento de coladas más recientes procedentes de las dorsales de Pedro Gil y Abeque, y Teide Pico-Viejo, respectivamente, contribuyendo así al desarrollo de procesos sedimentarios en régimen lagunar (Romero et al., 2006). Los ejemplos más representativos de este tipo de áreas endorreicas son las cuencas de la ciudad de La Laguna, del Valle de Arriba en Santiago del Teide, del Valle de Chafari y del Llano de Ucanca, en Las Cañadas. Estos sectores están cubiertos por depósitos lacustres y aluviales, de permeabilidad variable, por lo que se asocian a acuíferos someros confinados o semiconfinados que se caracterizan por tener coeficientes bajos de almacenamiento.

Figura 27. Endorreismo de Las Cañadas, localizado en áreas de cierre de la escorrentía, entre la pared de Las Cañadas y las coladas emitidas desde el Teide

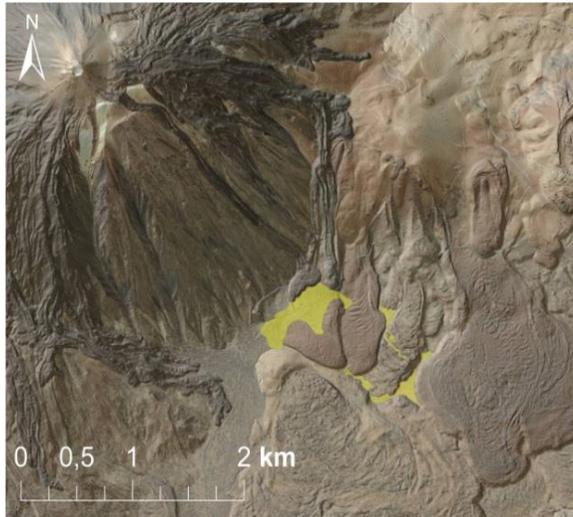


Fuente: Elaboración propia

No obstante, llanos endorreicos interiores, de funcionamiento muy esporádico, y de tamaño muy pequeño son frecuentes también en sectores más amplios caracterizados por su arreísmo y por la juventud geológica del sustrato. Caracterizan a las depresiones circundadas por una orla de conos volcánicos (Llano de Maja) o desarrolladas en los espacios interlávicos o intralávicos de áreas caracterizadas por la superposición, confluencia y difluencia de flujos lávicos de edades recientes. Su planta tiende a ser irregular, en respuesta a la topografía de mayor altitud que las bordea, oscilando su profundidad entre 0,5 y 2 m; su

extensión puede alcanzar el centenar de metros cuadrados o mostrar tamaños métricos o decamétricos.

Figura 28. Llanos endorreicos inter e intralávicos en la base meridional del Teide



Fuente: Elaboración propia

2.3.4 La escorrentía superficial

La gran irregularidad de las precipitaciones, junto a la escasa extensión superficial de la mayoría de las cuencas, asociadas a una geología que favorece extraordinariamente la infiltración, determina que el sistema de drenaje insular se caracterice por la ausencia de redes fluviales de funcionamiento permanente. Habitualmente los cauces permanecen secos durante prácticamente todo el año y sólo durante precipitaciones de alta

intensidad horaria algunos cauces principales pueden llegar a alcanzar caudales importantes, mostrando un régimen torrencial con importantes arrastres de sólidos, cuyo funcionamiento apenas si dura unos cuantos días. Tenerife carece así de estaciones de aforo y de registros de escorrentía que permitan conocer el régimen hidrológico real de sus cuencas (Plan hidrológico Insular de Tenerife, 1996).

El estudio del mapa de permeabilidades de la isla pone de manifiesto como las mismas parecen adaptarse de modo general a la edad de las estructuras volcánicas que definen la geología insular, siendo máxima en las áreas de volcanismo reciente y mínima en los sectores de mayor antigüedad geológica (Figura 29).

Relacionando, a nivel diario, el umbral de escorrentía con la precipitación se obtiene el coeficiente de escorrentía -caudal del agua que se convierte en escorrentía superficial en el área de drenaje de una cuenca-, cuyo valor medio a escala insular es de aproximadamente un 1%. Según los datos recogidos en el Plan Hidrológico de Tenerife:

- La geología de superficie de las zonas de mayor coeficiente coincide con los materiales de mayor antigüedad que, a su vez, son los de más baja permeabilidad; es el caso de los Macizos de Anaga y de Teno.
- La pared meridional del circo de Las Cañadas es otro foco generador de aguas de escorrentía; aunque en esta ocasión la roca de caja no



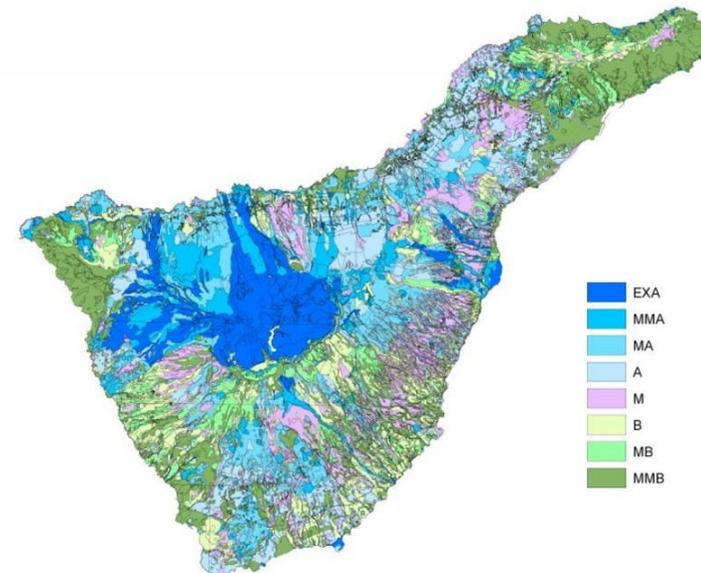
PAIV

se corresponde con las emanaciones más antiguas, sí se caracteriza por una muy baja permeabilidad primaria.

- En aquellas regiones donde el substrato lo conforman materiales geológicamente más jóvenes el valor del coeficiente de escorrentía es prácticamente nulo.
- En la vertiente norte del Valle de Icod y en la vertiente sur del Valle de Santiago la red de drenaje apenas ha tenido tiempo de desarrollarse, siendo muy excepcionales las ocasiones en que se generan escorrentías.

Estos datos son coherentes con los rasgos de la red de drenaje establecidos en epígrafes anteriores y ponen de manifiesto, una vez más, las estrechas conexiones existentes entre las áreas de volcanismo reciente y la circulación superficial de las aguas. Los mayores caudales circulan por los tramos que discurren en las cercanías de las líneas de cumbres con cuencas de drenaje bien establecidas, donde además habitualmente se generan las mayores precipitaciones. Los caudales de agua, en su recorrido hacia el mar, se reducen considerablemente debido a la infiltración producida en los cauces, sin que esta pérdida se compense con nuevos aportes en las zonas bajas, donde la precipitación se reduce considerablemente. En los talwegs más proclives a la escorrentía es frecuente observar, en su curso alto, corrientes de agua que se mantienen varios días, pero que no llegan a alcanzar la costa porque desaparecen paulatinamente a lo largo del trayecto.

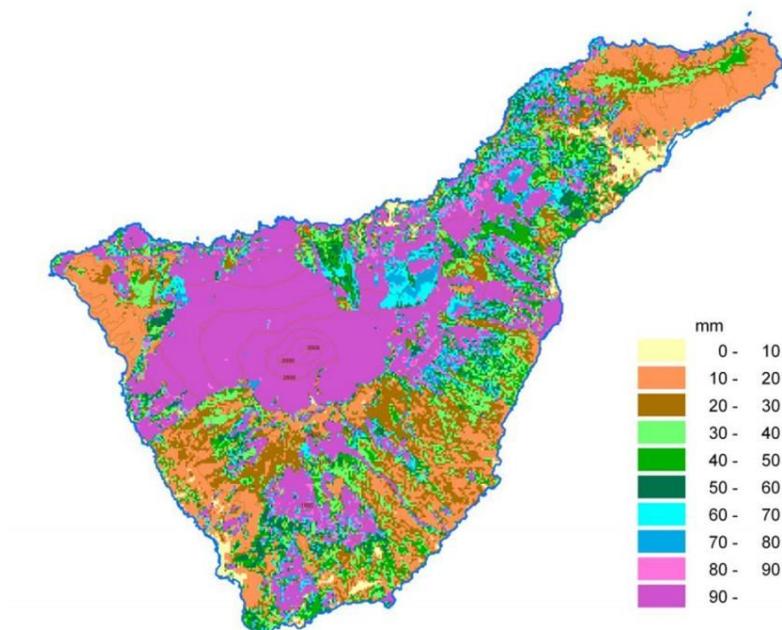
Figura 29. Mapa de Permeabilidades de Tenerife (EXA: extremadamente alta, MMA: muy muy alta; MA: muy alta; A: alta; M: media; B: baja; MB: muy baja; MMB: muy muy baja).



Fuente: CIATF. Plan Hidrológico de Tenerife

La excepción a la regla son los barrancos de Anaga y de Teno (vertiente suroeste) pues sus cortos recorridos, así como la homogeneidad geomorfológica de ambos macizos no permiten grandes pérdidas, pudiendo conservar o incluso incrementar el caudal de escorrentía conforme se acercan a la costa (Plan Hidrológico de Tenerife).

Figura 30. Mapa de umbrales de escorrentía. Tenerife: 1944/45-2005/06



Fuente: CIATF. Plan Hidrológico de Tenerife

Territorialmente los mayores volúmenes de agua almacenados en el suelo más superficial se concentran en la franja de medianías de la vertiente septentrional; y dentro de ésta en los lugares donde se asienta el monte verde, la laurisilva, el fayal-brezal.

2.3.5 Las aguas subterráneas

Constituyen un recurso hídrico tradicional, que es ampliamente utilizado en terrenos volcánicos con rasgos climáticos como los de Tenerife.

Todas las formaciones geológicas contienen agua en mayor o menor medida. El agua está en los poros, grietas y fisuras del terreno. Se llama porosidad (volumétrica) a la relación entre el volumen de esos poros y fisuras y el volumen de terreno considerado. Estos poros pueden estar totalmente llenos de agua –medio saturado- o parcialmente, coexistiendo con aire –medio no saturado-, en cuyo caso el contenido (volumétrico) de agua, o humedad es menor que la porosidad. En la zona no saturada, la presión del agua es menor que la atmosférica a causa de los esfuerzos superficiales y conviven huecos rellenos de agua y de aire. En la zona saturada, todos los huecos están rellenos por agua y a presión mayor que la atmosférica. La superficie que separa la zona no saturada de la saturada se denomina superficie freática y en ella la presión es igual a la atmosférica (Cabrera et al, 2013).

Del agua que cae en la Isla (precipitación), una parte vuelve a la atmósfera bien por evaporación directa o por transpiración de la vegetación (evapotranspiración); otra parte escurre por la superficie (escorrentía superficial) confluyendo en los barrancos hasta alcanzar el mar y otra se filtra a partir de los poros y la red de diaclasado de las rocas. Los valores de las velocidades infiltración para la isla de Tenerife quedan reflejados en la Tabla 3.



Como puede observarse, la mayoría de la isla de Tenerife presenta velocidades de infiltración moderadas-elevadas, siendo muy baja en los sectores urbanos, que se caracterizan por presentar una limitación casi total a la infiltración. Las mayores limitaciones se dan en las zonas costeras del sur de la isla, coincidiendo con los suelos del orden Aridisol y Vertisol. Por el contrario, son los sectores localizados en la corona forestal principalmente en su vertiente norte, y en menor medida en la sur, los que presentan los mayores valores de infiltración, destacando dentro de ellas las zonas ocupadas por vegetación de monteverde (Neris et al, 2013).

Las aguas subterráneas de Tenerife conforman un sistema hidráulico extraordinariamente complejo. Prescindiendo de algunos acuíferos colgados, que se encuentran muy cerca de la superficie topográfica y deben su presencia a la momentánea detención de las aguas de infiltración sobre horizontes poco o nada permeables, la gran masa de las reservas hídricas se encuentra en una zona saturada general, comprendida entre dos superficies irregulares que la limitan: superficie freática (límite superior) y zócalo impermeable (límite inferior).

Según el balance hidráulico de Tenerife (PHT) de 2012, el 84% de los recursos disponibles y que satisfacen las necesidades de los distintos usos (urbano, turístico, industrial y otros) provienen del sistema acuífero insular. El agua subterránea se obtiene prácticamente de todas las formaciones geológicas, siendo los basaltos, tanto modernos como antiguos, los que tienen mayor protagonismo, pues de ellos se extrae más del 60% del total de agua subterránea. Con respecto al balance hídrico de superficie en Tenerife, a partir de la precipitación total del periodo

comprendido entre 1944/45 y 2011/12 se deducen las siguientes magnitudes para cada una de las variables intervinientes: 2% de escorrentía, 39% de recarga del acuífero y 59% de evapotranspiración.

Tabla 3. Tenerife. Velocidades de infiltración, según tipos de suelos y vegetación

Infiltración	S km ²	S %	Tipos de suelo	Vegetación	Áreas
Muy lenta	139,5	6,9			Zonas urbanas
Lenta	12,5	0,6	Ausencia de suelo		Testimonial
Moderadamente lenta	88,5	4,4	Entisoles Rocas		Vertiente sur y sureste
Moderada	582,1	28,6	Aridisoles Vertisoles	Rocas	Áreas con elevada pendiente
Moderadamente rápida	274,3	13,5	Andisoles y Alfisoles Materiales pumíticos	Cultivos	Medianías norte y sur
Rápida	820,5	40,4	Andisoles no vítricos Inceptisoles, Entisoles	Pinar	Corona forestal/ Cumbres zona sur/ Circo Cañadas, Teide-Pico Viejo
Muy rápida	88,0	4,3	Andisoles vítricos		Núcleos del norte y oeste de la isla
Extremadamente rápida	277,5	1,4	Andisoles	Monteverde	Anaga, Teno/ Sectores aislados norte de la isla

Fuente: Modificado de Neris et al, 2013

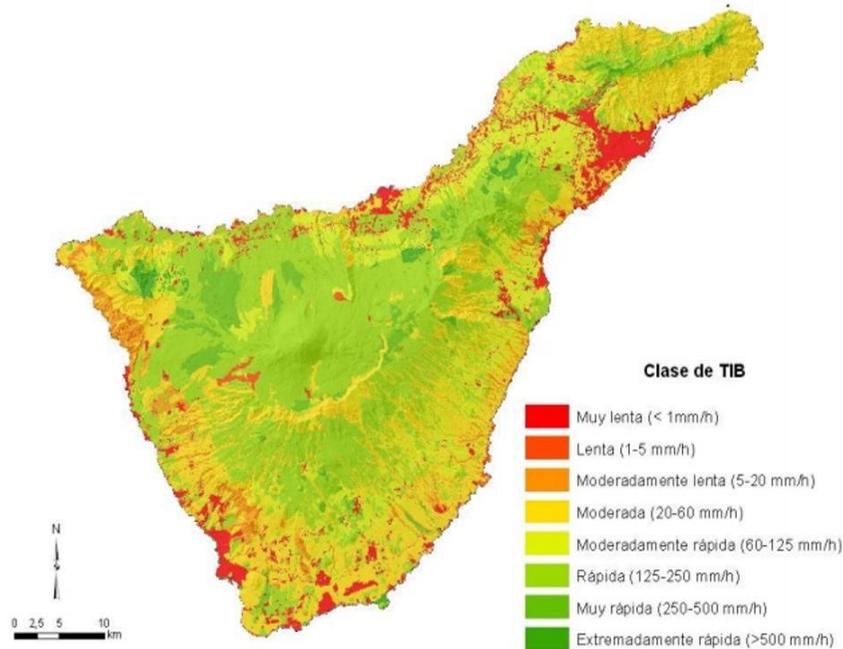




El acuífero de Las Cañadas es la principal reserva de aguas subterráneas de la isla, por lo que su estudio tiene una importancia socioeconómica clave. Aunque la geometría de dicho acuífero aún no ha podido establecerse con detalle, se considera está localizado en el centro de la isla y comprende los sectores de la Caldera de Las Cañadas, el Complejo Volcánico Teide-Pico Viejo, y el Valle de Icod-La Guancha. En Las Cañadas, la potencia de la zona saturada varía en función de la morfología del zócalo impermeable (potencia estimada, de unos 300 m en el extremo Noreste) (Farrujia et al., 2004). Está porción del acuífero es drenada por algunas galerías que acceden al interior de la depresión desde la periferia (por el NE y SW). Las aguas alumbradas, de tipo bicarbonatado sódico y moderada mineralización (C.E de 1.500 – 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), están afectadas por la actividad volcánica residual. El gradiente hidráulico en el interior de la depresión es del 0,7 %, incrementándose de forma notable hacia el valle de salida (13%) (Farrujia et al., 2006).

La estrecha interacción de este acuífero con el sistema volcánico-hidrotermal del volcán Teide, lo convierten en un potencial “trazador” de la actividad sismo-volcánica de la zona (Marrero et al., 2011).

Figura 31. Velocidades de infiltración de los suelos de Tenerife (Neris et al, 2013)



Fuente: Neris et al., 2013

2.3.6 Las unidades morfo-hidrológicas

Para Romero et al., (1999), la estrecha relación existente entre caracteres morfoestructurales e hidrológicos permite la diferenciación de ámbitos

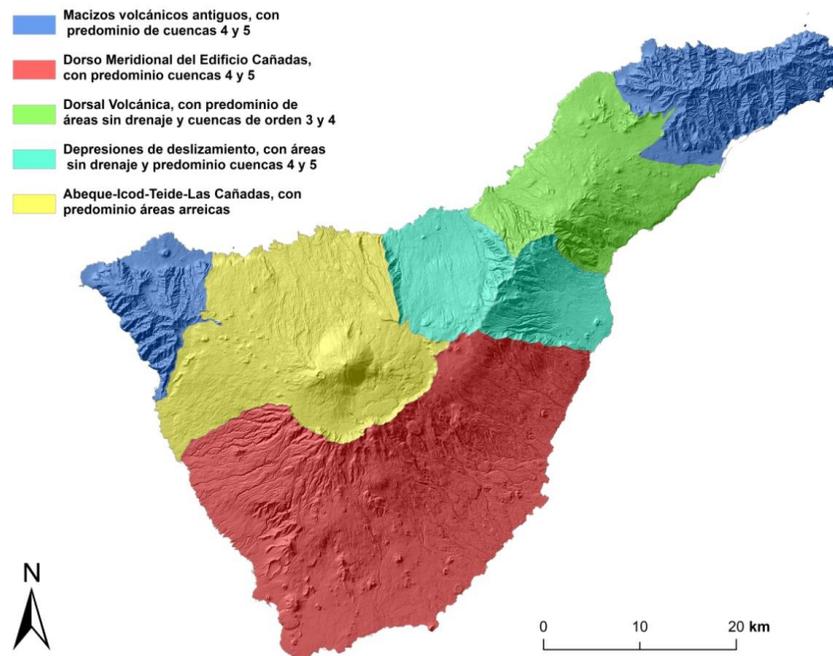
con rasgos morfo-hidrológicos específicos, cuya delimitación no siempre coincide con los límites establecidos para las morfoestructuras insulares.

Así, en los macizos antiguos de Anaga y Teno, sobresale la relativa extensión de cuencas ovaladas y/u oblongas de cabeceras amplias y recorridos muy cortos, de órdenes 4 y 5 frente a las de 1, aunque éstas sean las más numerosas; asimismo, destaca la disposición en abanico de las unidades que drenan los extremos de ambos conjuntos.

Por lo que respecta a las áreas con ausencia de drenaje, se reducen, en la práctica, al macizo de Teno, donde suponen el 6,21% de su territorio, mientras que en Anaga se limitan al 1,14%, debido a la mayor incidencia del volcanismo pleistoceno en este último macizo.

Estos rasgos hidrográficos se relacionan con estructuras miopliocenas, edificadas a partir de un eje donde predominan los materiales piroclásticos con paquetes lávicos interestratificados. Ello, unido a la práctica ausencia de aportes volcánicos posteriores, ha favorecido un desmantelamiento torrencial continuado y eficaz de los sectores de cumbres, al tiempo que la erosión marina ha hecho retroceder una parte importante de dichas estructuras y ha dado lugar a acantilados marinos de gran desarrollo.

Figura 32. Unidades morfo-hidrográficas de la isla de Tenerife



Fuente: Modificado a partir de Romero et al., 1999

En contraposición a estos macizos, la dorsal de Pedro Gil muestra un mayor equilibrio espacial entre áreas con y sin drenaje, al ser esta estructura una construcción de edad plio-pleistocena. De ahí, la presencia de cuencas alargadas de órdenes medios y plantas irregulares, dado que sus cabeceras se disponen paralelas a la línea de cumbres mientras que sus tramos medios y bajos lo hacen de forma perpendicular a la misma. Esta

particular disposición manifiesta un control estructural muy marcado, derivado de la adaptación de la red hidrográfica a los pasillos intravolcánicos que median entre las alineaciones volcánicas del extremo nororiental de la dorsal.

Los valles de La Orotava y Güímar constituyen la tercera y cuarta unidad morfohidrológica, aunque por sus rasgos geológicos se asocian con la dorsal de Pedro Gil. Así, su perfecta individualización topográfica los dota de límites hidrográficos netos. En ese marco, buena parte del territorio está drenado por cuencas, alargadas y muy alargadas, de mayor desarrollo longitudinal y mayor magnitud, con órdenes 4 y 5, separadas por amplios sectores sin drenaje. Estos remiten al importante grado de interferencia entre volcanismo y erosión, que ha producido cambios constantes en el trazado de las redes hidrográficas de La Orotava y Güímar, con la colmatación y obturación de antiguos cauces que hoy aparecen en resalte como consecuencia de la erosión posterior. No obstante, algunos de estos sectores sin drenaje corresponden a malpaíses, fruto de erupciones de edad holocena registradas en el interior de estos valles.

El dorso meridional del antiguo edificio Cañadas es el único espacio insular que cuenta con un sistema de drenaje de disposición radial, como corresponde a su apertura y evolución sobre un edificio troncocónico. El 60% de las cuencas de orden 5 existentes en Tenerife se desarrollan en este ámbito, a lo que se suman la relativa entidad superficial de las de orden 4 y la gran cantidad de cuencas de orden 1, aunque en éstas últimas las cabeceras se sitúan siempre por debajo de los 250 metros. En cualquier caso, son cuencas alargadas, muy alargadas y sin cabeceras polilobuladas,



que suelen alternar con áreas sin drenaje. Dichas áreas son pequeñas y poco extensas cuando se trata de plataformas estructurales labradas sobre materiales volcanoclásticos que dan lugar a relieves invertidos, o gozan de cierta entidad cuando se asocian a conjuntos volcánicos pleistocenos.

La génesis de las áreas sin drenaje y de las cuencas de este dorso parece vincularse, de forma directa, a la evolución experimentada por el sector central de la isla. En primer lugar, porque el sistema de drenaje se excava sobre materiales muy poco resistentes, los volcanoclásticos procedentes de las manifestaciones asociadas a la destrucción del antiguo edificio Cañadas; en segundo lugar, porque la caída de las cimas de este último han generado la desaparición de parte de las cabeceras originales de muchas de estas cuencas.

Por último, la gran superficie sin drenaje de la dorsal de las Cumbres de Abeque, del Valle de Icod y de Las Cañadas-Teide unifica estos ámbitos en una unidad morfohidrológica con entidad propia. Sólo el 20% de la misma está drenada por cuencas, alargadas y muy alargadas, que no superan, por lo general, el orden 3 y muchas de las cuales, además, no alcanzan la línea de costa. En estas áreas la elevada concentración de centros de emisión por km² y el mayor volumen de materiales volcánicos recientes de la isla determina un predominio casi absoluto de las formas volcánicas recientes. Como dato significativo, conviene señalar que cuatro de las cinco erupciones históricas de Tenerife se inscriben en esta unidad. Es en este sector, además, donde se localiza el acuífero de Las Cañadas según el Plan Hidrológico Insular (1996).

2.3.7 Hidrología y volcanismo

El sistema hidrológico, tanto superficial como subterráneo, o marino puede verse afectado durante el desarrollo de episodios volcánicos futuros, tal y como se ha puesto de manifiesto durante la erupción de 2011-2012 en la isla de El Hierro. La liberación de gases y otros compuestos reaccionan con el agua, tanto marina como subterránea, y provocan importantes anomalías físico-químicas que pueden tener un alto impacto en el sistema hidrológico y en la calidad de las aguas. Ya hemos señalado que el monitoreo de los rasgos físicos y geoquímicos (temperatura, salinidad, profundidad, fluorescencia, turbidez, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, carbono inorgánico total, presión parcial de CO₂... etc.) de las aguas constituye uno de los parámetros a considerar en el sistema de vigilancia volcánica de la isla.

Dada la ausencia de cursos de agua permanente, la interferencia entre la lava y el agua se reduce a los sectores costeros. No obstante, el magma durante su ascenso hacia la superficie puede entrar en contacto con acuíferos subterráneos y cambiar sus propiedades físico-químicas, provocando una alteración o contaminación de origen natural. Pero, además, puede llegar a producir variaciones en el sistema geotérmico o incluso incrementar el peligro de las erupciones resultantes. La entrada de agua externa durante una erupción magmática, o simplemente la transferencia térmica desde un cuerpo magmático intrusivo al acuífero, puede cambiar radicalmente el estilo de la actividad eruptiva. La relación entre el volumen de agua y el de magma que entran en contacto condiciona significativamente el grado de explosividad de este tipo de



erupciones, dando lugar a explosiones freáticas, freatomagmáticas o hidrovulcánicas.

2.4 Clima (tipos de tiempo)

El clima de la isla de Tenerife está condicionado por tres factores fundamentales: la latitud, que determina una dinámica atmosférica propia de climas subtropicales, a caballo entre el mundo cálido tropical y el mundo templado, el relieve, de una gran entidad, lo que propicia la aparición de muy diversos climas locales con una gran variedad en el reparto pluviométrico y valores termométricos y la corriente oceánica fría que baña las costas y que, sobre todo durante el estío, impone la estabilidad atmosférica.

En su conjunto, el clima insular viene determinado por una alternancia de anticiclones cálidos subtropicales que dan lugar a un tiempo estable y a la formación del característico mar de nubes en las vertientes expuestas al flujo de los vientos alisios y de borrascas de frente polar, que generan episodios de inestabilidad atmosférica. A lo anterior se suma el hecho de que, debido a la proximidad del continente africano, se producen con frecuencia advecciones de aire cálido procedentes del Sáhara, dando lugar al denominado localmente como tiempo sur que en verano suponen intensas olas de calor.

2.4.1 El régimen térmico

Uno de los rasgos esenciales del clima de la isla de Tenerife es la suavidad de las temperaturas y su moderada amplitud térmica. Así, las costas

registran los valores medios anuales más elevados que oscilan entre los 18°C y los 21°C; situándose en las medianías entre los 14°C y los 17°C y en las cumbres con temperaturas notablemente frías en invierno y promedios entorno a los 10°C.

La amplitud térmica anual en las zonas de costa y medianías no superan los 6-9°C debido al efecto regulador ejercido por la habitual capa de estratocúmulos y a la cercanía al mar. En cumbres esa influencia es considerablemente mayor, en torno a los 15°C.

En cuanto a los valores térmicos extremos, en verano pueden superarse ampliamente los 40°C, coincidiendo normalmente con una advección de aire cálido y seco procedente del continente africano. Estas *olas de calor* afectan al bienestar y a la salud de los segmentos de población más vulnerables, aumentando igualmente de forma significativa el riesgo de incendio forestal.

Por el contrario, en las cumbres de la Isla pueden registrarse temperaturas negativas muy rigurosas en algunos episodios, en torno a los -5°C a -10°C, durante los meses de invierno y principios de la primavera.

2.4.2 Las precipitaciones

La precipitación media anual en la isla de Tenerife se sitúa en torno a 425 mm, dato que contrasta, por ejemplo, con los 670 mm registrados de promedio en España. El número de días de precipitación es reducido, ya que únicamente en los sectores más lluviosos (medianías de la vertiente



septentrional) supera, por término medio, los 100 días al año, mientras que en el resto de la Isla llueve de 50 a 60 días y en las zonas más secas del extremo sur sólo 20 ó 30 jornadas anuales.

Por otro lado, los valores medios encierran grandes diferencias pluviométricas con totales cercanos a los 1.000 mm en las medianías del Norte y alrededor de 100 mm en las costas del Sur. Además, es sabido que, con carácter general, la precipitación aumenta conforme se asciende en altitud. En el caso de las islas Canarias y de Tenerife en particular, esta regla se ve perturbada por la estratificación que presentan las capas bajas de la troposfera por el predominio del régimen de alisios. El resultado es que en la Isla la precipitación aumenta con la altitud, alcanzando un máximo en la zona de medianías, donde se deja sentir el fenómeno conocido como precipitación de niebla, asociado a la nubosidad estratiforme (mar de nubes) del alisio. En las cumbres, por encima de la inversión, por el contrario, la pluviometría desciende debido a que durante la mayor parte del año reinan las condiciones de estabilidad propias de la capa superior del alisio.

La distribución de la precipitación a lo largo del año muestra una marcada estacionalidad, con un régimen netamente mediterráneo. La mayor parte se concentra entre los meses de noviembre y marzo. Además, en esta época, si las situaciones de inestabilidad traen consigo masas de aire de origen polar de procedencia muy septentrional, se pueden producir nevadas en las cumbres.

En cualquier caso, la principal característica de la lluvia en Canarias es su acusada irregularidad interanual, con los coeficientes de variación más altos de España (Dorta, 2007), a lo que se añade la alta intensidad horaria de algunos episodios. En el caso de Tenerife destacan, entre los más recientes, los de marzo de 2002, febrero de 2010 u octubre de 2014, siendo muy numerosos los eventos que superan los 100 mm en 24 horas.

2.4.3 El régimen de vientos

Los vientos en la isla de Tenerife se caracterizan por el predominio del, ya citado, régimen de los alisios. La frecuencia de estos vientos, así como su velocidad, fluctúa a lo largo del año, suponiendo en torno al 50% de fechas y una velocidad de 10-20 km/h en invierno y entre el 80% y el 90% de las jornadas y una velocidad de 20-30 km/h desde mediados de la primavera hasta finales del verano. No obstante, la complejidad del relieve de la Isla genera que las direcciones reales varíen sustancialmente a escala local.

Tabla 4. Valores climatológicos normales (1981-2010)

Localidad	Altitud	T	P	H	DR	DN	DD	I
S/C de Tenerife	35	21,5	226	63	29,7	0,0	92,0	2.913
Aerop. Tenerife Sur	64	21,4	132	66	15,2	0,0	114	-
Aerop. Tenerife Norte	632	16,8	520	73	64,0	0,0	44,1	2.409
Izaña	2371	10,2	392	44	33,4	10,2	190,5	3.473

T: Temperatura media anual (°C)

P: Precipitación media anual (mm)

H: Humedad relativa media anual (%)

DR: Nº medio anual días con P≥1 mm

DN: Nº medio anual de días con nieve

DD: Nº medio anual de días despejados

I: Nº medio anual de horas de sol

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Elaboración Propia





De forma ocasional, bajo situaciones de inestabilidad atmosférica provocadas por la llegada de borrascas atlánticas, pueden registrarse rachas máximas huracanadas, con velocidades superiores a los 120 km/h a escala local, dependiendo de las configuraciones topográficas. El predominio en la dirección de estas situaciones se centra en el tercer y cuarto cuadrante, aunque son especialmente peligrosos los de dirección sur. Su baja frecuencia hace que sus efectos sean especialmente graves, sobre todo en el sector primario y las costas debido al oleaje de componente sur que generan.

Con periodos de recurrencia muy largos también son posibles fenómenos inestables de origen tropical, como tormentas y ciclones tropicales que pueden dar lugar a rachas extremas, en espacios habitados, de hasta 150 km/h y superiores en alta montaña. Además, la geomorfología de la isla desencadena fenómenos muy peligrosos como son las ondas de montaña o flujos catabáticos muy racheados y variables.

En la Tabla 4 aparecen los principales datos medios de todos los elementos del clima de las estaciones principales de la isla de Tenerife.

2.4.4 Tipos de tiempo con relación al riesgo volcánico

La actividad volcánica, especialmente la disposición de la columna eruptiva y la dispersión de las cenizas está estrechamente relacionada con las condiciones meteorológicas reinantes durante las erupciones.

Por ello es muy importante conocer los tipos de tiempo y su frecuencia y poder así estimar las condiciones ambientales más probables en las que se desarrollará el proceso volcánico, atendiendo especialmente a la frecuencia y estacionalidad de los propios tipos de tiempo.

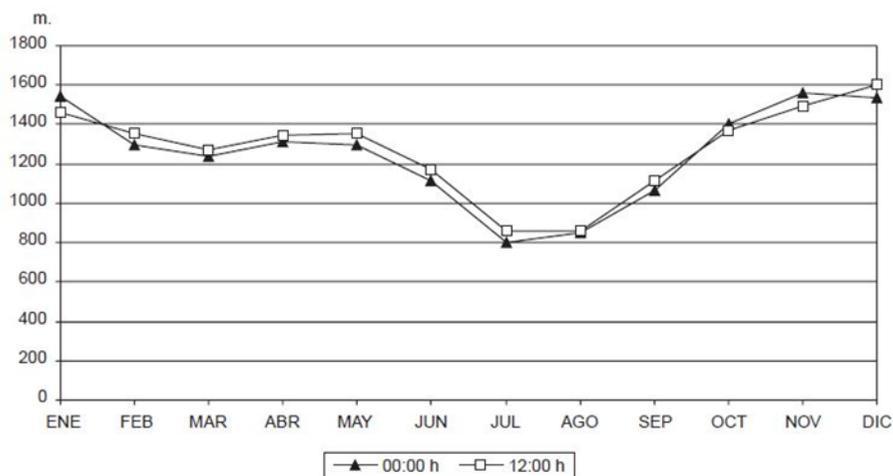
Éstos se definen como las jornadas con una situación sinóptica similar determinando así unos efectos análogos durante su desarrollo. De esta manera, en Canarias podemos observar, en líneas generales, tres tipos de tiempo principales con diferentes variantes.

2.4.4.1 El régimen de los alisios

Desde mayo y hasta agosto, la mayor parte de los días están dominados por los vientos alisios. Se trata de la presencia constante de la masa de aire tropical marítima generada en torno al anticiclón subtropical del Atlántico Norte. Se caracteriza por la presencia de dos capas de aire perfectamente diferenciadas, una inferior con vientos del primer cuadrante y otra superior, por encima de una potente inversión térmica, muy seca y más cálida en los primeros metros, con vientos del cuarto cuadrante que van rolando al tercero conforme se asciende en altitud (Figura 33).

Estas situaciones son las más frecuentes en Canarias no sólo en verano sino durante todo el año, hasta tal punto que se habla de barlovento y sotavento con respecto a estos vientos como configuradores, en la isla de Tenerife, de dos paisajes totalmente distintos. No obstante, esa alta frecuencia también encierra una clara estacionalidad con un mínimo en el invierno (menos del 50% de los días en diciembre y enero) y un máximo entre mayo y agosto (más del 80% de las jornadas).

Figura 33. Altitud de las inversiones térmicas en Canarias



Fuente: Dorta, 2006

Su alta frecuencia, por tanto, sobre todo en la primavera y verano, implica que ante una erupción volcánica lo más probable es que los vientos que afecten a la columna eruptiva y a la dispersión de las cenizas sean los aquí citados. En este sentido resulta crucial la altitud y el índice de explosividad del sistema eruptivo puesto que la combinación de la altitud que alcancen los materiales y la componente de los vientos en todas las capas determinará, como se ha señalado, la dispersión y la extensión de los efectos. Mucho más teniendo en cuenta que también existe una evidente estacionalidad en la altitud de la inversión térmica de manera que en invierno es más alta, en torno a 1.500 m., mientras que en verano desciende hasta los 800 m. (Dorta, 1996). Esta cuestión puede también determinar la dispersión de las cenizas puesto que la altitud de la inversión

marca la dirección de los vientos. Un ejemplo de ello se registró con las erupciones del Teneguía y del San Juan en la isla de La Palma. El primero sólo tuvo una repercusión local, con una altitud aproximada de 200 m. siendo la extensión de las cenizas muy limitada; mientras que el segundo, con varios centros de emisión situados entre los 1.250 m y los 1.850 m, por encima de la inversión térmica, generó una dispersión de cenizas mucho mayor que llegaron hasta la isla de Tenerife (la mayor dispersión de cenizas también obedeció a una mayor explosividad de la erupción).

2.4.4.2 Las advecciones saharianas

El desierto del Sahara es el manantial de aire tropical continental más extenso del planeta. De forma relativamente frecuente esta masa de aire extremadamente cálida y seca se desplaza hasta las Islas Canarias ocasionando un cambio de tiempo muy brusco, con un pronunciado ascenso térmico, descenso higrométrico y cambio en la dirección y velocidad del viento. En las capas más bajas se produce una disminución en la velocidad, sin embargo, en las capas medias frecuentemente aumenta y cambia la dirección. De forma ocasional estas situaciones generan vientos catabáticos en los sectores habitualmente de barlovento de los alisios, lo que favorece la propagación de los incendios forestales. Por otro lado, los flujos desde el desierto pueden llevar aparejados el transporte de grandes cantidades de polvo en suspensión que, en los casos más intensos, reducen de manera importante la visibilidad.

La frecuencia de las advecciones de aire sahariano es muy inferior al régimen de los alisios, suponiendo alrededor de un 15-20% de las fechas del año aunque con una notable estacionalidad. En líneas generales los



meses de diciembre y enero llegan a superar el 35% de las jornadas frente a mayo y junio donde el porcentaje de frecuencia desciende hasta el 5% (Dorta et al., 2005).

Los vientos durante estas situaciones son fundamentalmente del Este o Sureste, aunque es necesario destacar el hecho de que es muy habitual que la llegada de masas de aire sahariano implique el descenso de la altitud de la inversión térmica de manera muy destacada. Estas cuestiones podrían tener una gran relevancia en la dispersión de cenizas si una erupción volcánica se desarrollara bajo este tipo de situaciones.

2.4.4.3 Las situaciones de inestabilidad

Los tipos de tiempo inestable conforman el último grupo de situaciones sinópticas que se desarrollan en Canarias y, por tanto, en Tenerife. Son varias las configuraciones barométricas que ocasionan inestabilidad atmosférica. Las más frecuentes son las borrascas del frente polar que llegan a alcanzar las islas. En algunos momentos las bajas presiones descienden acusadamente en latitud por lo que pueden afectar a Tenerife por el sur, generando daños considerables. Ocasionalmente también se desencadenan depresiones aisladas a niveles altos (DANA) sobre la región que implican precipitaciones con alta intensidad horaria. Por último, tal y como se señaló anteriormente, son posibles la llegada de fenómenos inestables de origen tropical como los ocurridos en 1826, 1975 o 2005 con el paso de la tormenta tropical Delta (Bethencourt y Dorta, 2010). En estos casos, así como en las borrascas más profundas las cuantiosas precipitaciones vienen acompañadas de vientos muy intensos cuyo componente más frecuente suele ser el tercer y cuarto cuadrante en toda

la columna troposférica. Además, durante estos eventos la inversión térmica desaparece.

La frecuencia anual de las situaciones de inestabilidad es similar a las advecciones saharianas, aunque como en aquellas con una gran irregularidad interanual. A lo largo del año se concentran entre los meses de noviembre y marzo, siendo prácticamente inexistentes a partir de mayo y hasta agosto, meses en los que, como se ha mencionado, el predominio del régimen de los alisios es muy elevado.

Por último, los fuertes vientos que pueden acompañar a las borrascas y fenómenos tropicales podrían generar significativas alteraciones en la dispersión de cenizas y de la columna eruptiva, y las lluvias torrenciales podrían afectar a multitud de aspectos del proceso volcánico, aunque de manera muy puntual en el tiempo.

En definitiva, por tanto, la diferente frecuencia en la sucesión de tipos de tiempo refleja que ante un proceso eruptivo primaveral o estival existe una alta probabilidad de que se desencadene durante la presencia de los alisios. Sin embargo, si se origina en invierno la probabilidad está mucho más repartida entre esa situación, una advección sahariana o jornadas de fuerte inestabilidad. No obstante, las situaciones de marcada inestabilidad, incluso en invierno, suelen tener una corta duración, mientras que las jornadas de aire sahariano pueden entenderse durante semanas. En este sentido, no sólo es importante de cara a la gestión de las erupciones el tipo de tiempo sino también el cambio entre ellos que podría originar transformaciones muy sustanciales en los efectos volcánicos.



2.5 Vegetación

Desde la perspectiva de la reducción del riesgo de desastres la vegetación juega un papel muy importante para muchas amenazas, de este modo se presenta como uno de los factores fundamentales a la hora de moderar los umbrales de escorrentía con la relación al riesgo de avenida, o cuando se trata como un elemento de sujeción del sustrato que contribuye a disminuir el peligro de movimientos de ladera. Sin embargo, desde el punto de vista del riesgo volcánico y de la gestión de las emergencias relacionadas, la vegetación se valora como un agente de ignición y propagación de incendios, es decir, tiene el carácter de combustible capaz de generar un peligro agregado a los producidos por el propio volcán (flujo de coladas, piroclastos, dispersión de cenizas, etc.) como se verá en el capítulo 3. En este sentido, la descripción de la cobertura vegetal de la isla de Tenerife que se realiza en esta caracterización de contexto está orientada a la definición general de las formaciones vegetales, sobre todo en términos de masa forestal.

2.5.1 Patrones generales de distribución de la vegetación

La vegetación en la isla de Tenerife se distribuye de manera bastante clara en pisos de vegetación y se encuentra vinculada fundamentalmente a los aportes de humedad y precipitación, al mismo tiempo que estos factores se relacionan con el relieve, es decir, con la orientación y la altitud de la isla.

2.5.1.1 La franja intermedia y de mayor masa forestal (500 m – 2.400 m)

A grandes rasgos las áreas de mayores índices de masa forestal se encuentran en la franja altitudinal entre los 800 m y los 2.400 m. Estos límites varían entre vertientes derivados de los cambios en los aportes hídricos, dándose en los sectores orientados al norte áreas boscosas a una menor altitud, en torno a los 500 m, mientras que en los sectores del sur y oeste de la isla este límite altitudinal asciende por las citadas condiciones climáticas, situándose alrededor de los 800 m. Estas áreas, si no se encuentran alteradas por usos agrícolas u otro tipo de usos antrópicos, o carecen de un suelo adecuado (materiales jóvenes o poco alterados), normalmente presentan una cubierta vegetal de tipo arbóreo más o menos denso. Si bien desde una perspectiva de detalle se pueden definir y diferenciar tipos de bosque, comunidades vegetales y especies, en términos generales, en la parte más alta de la franja altitudinal indicada se identifican fundamentalmente formaciones de pinar y sotobosque asociado, el cual presenta una menor densidad en las zonas más altas. El caso del pinar por su distribución espacial y características presenta la mayor peligrosidad de cara al desencadenamiento de incendios forestales asociados a manifestaciones volcánicas. Dicha formación, presente en la práctica totalidad de municipios de la isla, registra importantes manifestaciones, tales como los pinares de la dorsal de La Esperanza o los existentes en municipios como Guía de Isora o Arico. Respecto a sus límites altitudinales estos varían entre vertientes como se citaba con anterioridad, oscilando entre los 900 y 2.100 metros en la vertiente norte y los 800 y 2.400 metros en la vertiente sur.



Luego, por debajo de los 1.000 m - 800 m y en el relieve orientado al norte y noroeste fundamentalmente, se identifican formaciones boscosas de monteverde, donde predomina el fayal-brezal. Estas formaciones llegan a alcanzar la cota de 500 m sobre todo en la zona norte de la isla. En esta franja y relacionada con el monteverde es donde también se observa el bosque de laurisilva, con clara orientación Noreste, hoy con manchas bien conservadas en áreas como las cumbres de Anaga, la vertiente septentrional de la dorsal de La Esperanza (Aguagarcía, Santa Úrsula, etc.), la cabecera del Valle de La Orotava, Los Realejos, laderas superiores del Valle del Palmar, Monte del Agua, macizo de Teno y ladera de Güímar en su vertiente meridional. (Figura 34).

2.5.1.2 La franja de mayor altitud y vegetación montañña (>2.400 m)

Por encima de los 2.400 m, que se alcanzan y se sobrepasan con creces en los bordes del Parque Nacional del Teide se localiza un pinar disperso que a partir de los 2.000 m tiene una cobertura muy baja pasando a caracterizar la zona la vegetación de alta montaña compuesta principalmente por matorral de cumbre (retamas y codesos). Estas formaciones se desvanecen por encima de los 2.700 metros para la vertiente norte y 3.000 metros en las laderas meridionales del Teide, siempre por encima de las transiciones con el pinar de cumbre. A partir de esta altitud y hasta las inmediaciones del pico del Teide, se establece la comunidad del violetal de cumbre. Determinados ámbitos del sur de la isla presentan este tipo de formación caracterizados por una cobertura vegetal de pinar canario poco denso y que se vuelve más tupido a medida que se desciende en altitud, como

puede observarse en municipios como Güímar. En estas franjas de los sectores del sur de la isla se aprecian también áreas relativamente extensas desprovistas o con una cubierta vegetal escasa.

2.5.1.3 La franja de medianía de agricultura y monte (300 m a 800 m)

Como se ha visto en la franja descrita con mayor masa forestal (500 m a 2.400 m) las vertientes orientadas al primer cuadrante y a toda la vertiente N. están generalmente provistas por una dosel arbóreo que puede ser de pinar o de monteverde. Esto ocurre así, sobre todo en las zonas altas de los todos los términos municipales de las mencionadas vertientes, por el contrario, en la mayor parte de la vertiente Oeste y Sur, entre los 300 m y 800 m lo que se encuentran son zonas dedicadas a la agricultura o en su caso provistas de matorral de sustitución. Esta franja corresponde al denominado piso de transición o bosques termófilos, una formación muy alterada y fragmentada, limitándose a espacios como el sabinar de Afur en Anaga o en la Furnia de Icod de los Vinos. En general, podemos decir que la franja altitudinal de la isla que se encuentra entre estas cotas se suele denominar “medianías”, es donde se extiende la mancha más importante de cultivos de huerta. En la vertiente Oeste y Sur es donde encontramos zonas de transición entre el suelo cultivado o en abandono hacia bosque de pinar, mientras que en la vertiente Este y Norte, esta transición se produce hacia monteverde.

Aunque el principal elemento distintivo de este ámbito son los espacios cultivados que se caracterizan por la presencia de cultivos como la vid, la



papa y la presencia de árboles frutales. Hay que destacar que los elementos más representativos de esta zona son especies como la sabina, el acebuche, la palmera canaria, el almácigo y el drago.

2.5.1.4 La franja baja de bosque termófilo y vegetación costera (< 500 m)

Por debajo de la cota de 500 m, en la zona más baja, entre los 100 m y los 200 m, encontramos una cubierta vegetal que puede alcanzar ciertas densidades y cierto porte, aunque generalmente de tipo arbustivo. Al ser la franja donde hay menos aporte hídrico, los suelos no alcanzan un buen desarrollo y las especies que aparecen se encuentran adaptadas a ambientes muy secos y suelos pobres (arenas, pedregales, roquedos) y salinidad ambiental. Los cardonales, tabaibales, baleras, tarajales, cornicales y/o comunidades mixtas de estas especies son algunos de los ejemplos de cubierta vegetal que pueden presentarse en esta franja. En esta cota también podemos encontrar cubierta vegetal de carácter agrícola, habitualmente de plataneras cultivadas en suelos y riego artificiales, en ocasiones bajo invernadero.

En esta franja también se manifiesta la formación de bosque termófilo citada con anterioridad para la franja previa. Entre los 200 m y hasta las 500 m de manera general, dadas las características térmicas e hídricas de esta banda, la misma se atribuye potencialmente al bosque termófilo. Este tipo de bosque suele ser monoespecífico (gran predominio de una sola especie) localizándose en fondos de valle, barrancos y laderas, mostrando cierto carácter azonal en términos altitudinales. Las saucedas, los

sabinares, los palmerales o los dragonales son ejemplos de cubierta vegetal de esta banda termófila.

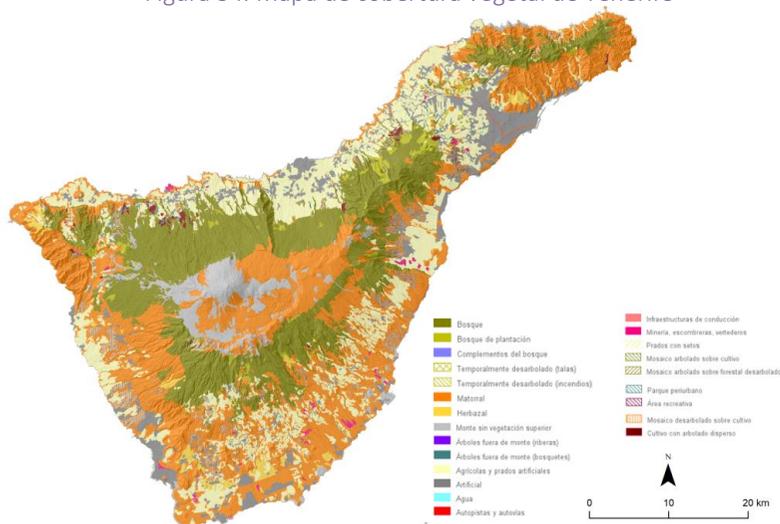
2.5.2 Implicaciones de la vegetación de Tenerife en los procesos eruptivos

Las franjas y la distribución vegetal que se ha descrito aquí para la isla de Tenerife tiene un carácter intencional desde el punto de vista de su implicación respecto al riesgo y los riesgos extrínsecos asociados, entre los que destaca el de incendio forestal. En este sentido, de las franjas descritas y sus características respecto a la cubierta de vegetación, deben tenerse muy en cuenta aquellas donde existe una mayor masa forestal y de porte arbóreo, donde la ignición de un fuego producido por la emisión de coladas o gases de un proceso eruptivo puede transformarse en un incendio de rápida expansión. De esta manera la mencionada franja altitudinal entre los 500 m 2.400 m en la que se disponen la cubierta vegetal de porte arbustivo y arbóreo y de tipología forestal de bosque puede ser la más vulnerable y al mismo tiempo la que proporciona mayor peligrosidad. No obstante, las franjas de medianía y de transición, sobre todo aquellas que están ocupadas por matorrales de transición también pueden provocar la expansión rápida de un incendio.

Los bosques que se desarrollan en esta franja que se han sintetizado en monteverde y pinar, tienen alto poder combustible, si bien la carga de humedad y su capacidad de combustión puede incluso estar diferenciada zonalmente dentro de cada una de estas formaciones (poder combustible

de las especies, humedad ambiental...) y afectar en la forma de expansión de un posible incendio.

Figura 34. Mapa de cobertura vegetal de Tenerife



Fuente: Adaptado de Gobierno de Canarias. Elaboración propia

Dentro de la franja baja, por debajo de los 500 m, los bosques termófilos cuando se presentan en cubiertas bastantes densas o con sotobosque y/o sustrato herbáceo asociado también tienen una capacidad importante para propagar un incendio. Por el contrario, la forma en que se dispone la vegetación costera y sus características, si bien funcionan como combustible, tienen generalmente menor capacidad a la hora de expandir y propagar un incendio.

En la franja de vegetación de montaña existe cierto peligro, sobre todo cuando se trata de la afectación a un pinar de cierta densidad, aunque las probabilidades de propagación son mucho menores que en las áreas de monteverde o pinar menos disperso. Del mismo modo, en las zonas de matorral de montaña las posibilidades de propagación del fuego se minimizan.

2.6 Población y poblamiento

2.6.1 Demografía

La isla de Tenerife cuenta actualmente con 894.636 habitantes, lo que supone un porcentaje del 42,4% sobre el conjunto del archipiélago canario (ISTAC, 2017). Dividida también en 8 comarcas, el Área Metropolitana es la que mayor número de efectivos incluye, con 385.767 personas, muy seguido de los términos comarcales del Suroeste de la isla y del Valle de la Orotava, con 156.876 y 107.754 habitantes respectivamente (Tabla 5). Por su parte, las 3 comarcas con menor población son Daute (17.122 personas), Icod (32.812 personas) y el Valle de Güímar (51.953 habitantes). Asimismo, Abona y la comarca de Acentejo presentan valores similares (77.655 y 64.697 personas). En este sentido, se evidencia una clara zonificación de la isla en un Norte más o menos poblado (222.385 personas) en contraposición con el Sur, con un total de 286.484 habitantes (ISTAC, 2017).

Santa Cruz de Tenerife y La Laguna son los municipios más poblados de la isla, debido al desarrollo económico auspiciado principalmente por la aparición del Aeropuerto de Tenerife Norte y el Puerto de Santa Cruz.

Estos dos núcleos principales concentran una totalidad de 357.147 habitantes (Figura 35). Asimismo, los municipios con más de 30.000 efectivos en el Norte se concentran en La Orotava (51.500 personas), Los Realejos (36.218 personas) y el Puerto de La Cruz (30.036 personas); mientras que, en el Sur, los términos municipales con estas cantidades se dispersan entre Arona (78.900 personas), Adeje (46.833 personas) y Granadilla de Abona (46.816) (ISTAC, 2017).

Tabla 5. Población total por municipios y comarcas de Tenerife

Comarca	Municipio	Población total	Total por comarcas
Área metropolitana	Laguna (La)	153.655	385.767
	Rosario (El)	17.312	
	Santa Cruz de Tenerife	203.692	
	Tegueste	11.108	
Acentejo	Matanza de Acentejo (La)	8.854	64.697
	Santa Úrsula	14.189	
	Sauzal (El)	8.873	
	Tacoronte	23.812	
	Victoria de Acentejo (La)	8.969	
Valle de La Orotava	Orotava (La)	41.500	107.754
	Puerto de La Cruz	30.036	
	Realejos (Los)	36.218	
Icod	Guancha (La)	5.426	32.812
	Icod de Los Vinos	22.558	

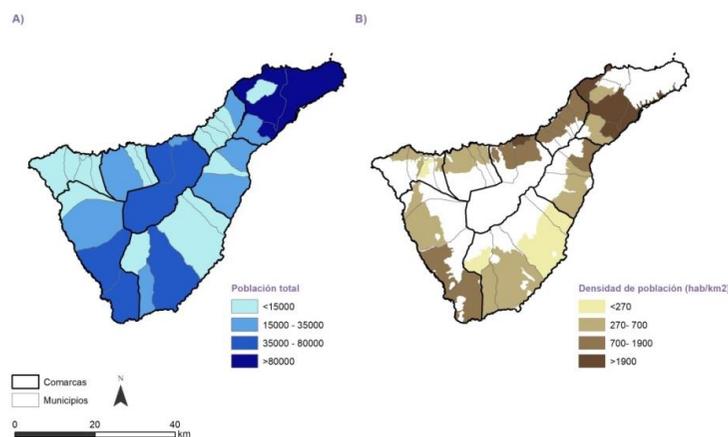
Comarca	Municipio	Población total	Total por comarcas
Daute	San Juan de La Rambla	4.828	17.122
	Buenavista del Norte	4.797	
	Garachico	4.827	
	Silos (Los)	4.848	
Valle de Güímar	Tanque (El)	2.650	51.953
	Arafo	5.531	
	Candelaria	27.149	
	Güímar	19.273	
Abona	Arico	7.594	77.655
	Fasnia	2.743	
	Granadilla de Abona	46.816	
	San Miguel	18.887	
	Vilafior	1.615	
Suroeste	Adeje	46.833	156.876
	Arona	78.930	
	Guía de Isora	20.537	
	Santiago del Teide	10.576	

Fuente: ISTAC, 2017. Elaboración propia

En cuanto a los datos de densidad poblacional a escala municipal (Fig. 35), estos se han ajustado para acercar el enfoque demográfico a las necesidades que se pretenden lograr en este PAIV, para lo cual se han desconsiderado los Espacios Naturales Protegidos (PEIN, 2018). Los

resultados señalan un promedio insular del orden de 900 hab/km², de los cuales 8 términos municipales superan los 1.000 hab/km² hasta más de 5.000 hab/km². Destacan especialmente, los municipios de Santa Cruz de Tenerife (5.048 hab/km²), Puerto de la Cruz (3.408,6 hab/km²) y La Laguna (1.951,6 hab/km²); si bien las densidades entre 1.000 y 1.400 hab/km² se encuentran entre los municipios de La Victoria, Arona, Santa Úrsula, La Orotava y Los Realejos (ISTAC, 2017).

Figura 35. Población de Tenerife 2017. Total por municipios (A) y Densidad excluyendo espacios protegidos (B).



Fuente: ISTAC, 2017. Elaboración propia

Esta situación actual responde a una evolución demográfica acelerada desde principios del siglo XXI, muy condicionada también por factores externos de carácter socioeconómico (PEIN, 2018), cuyas proyecciones

para el año 2019 continúan en esta línea con un incremento poblacional en Tenerife de 1.043.895 habitantes, repartidos entre el Área Metropolitana, agrupando el 41,8% del total, y el Norte y Sur, con 25,7% y el 32,5% (ISTAC, 2017). Estas circunstancias evidencian el elevado grado de presión sobre el territorio insular, lo que requiere de dos tipos de planificación. La primera enfocada a los usos del suelo, no sólo sostenible con el medio ambiente y con la sociedad (PEIN, 2018), sino también atendiendo a la ordenación de las áreas o ámbitos con mayor riesgo volcánico; y, por último, una planificación de la seguridad y las emergencias, con el fin de reducir la exposición y vulnerabilidad de la población frente a las amenazas de este tipo (PEIN, 2018). En este sentido, los datos señalados y la información cartográfica de la Peligrosidad Volcánica del IGME apuntan a una alta exposición y vulnerabilidad de la población en los municipios del Norte de las comarcas de Icod, Daute y el Valle de La Orotava, este último con densidades muy elevadas, lo que justifica en gran medida la importancia de este Plan de Actuación insular.

Tabla 6. Proyecciones de población. Tenerife (2004-2019)

Ámbitos	Tenerife	Tenerife - Área Metropolitana	Tenerife - Norte	Tenerife - Sur
2004	816.622	386.306	218.329	211.987
2005	842.853	391.572	222.842	228.439
2006	865.641	396.067	227.238	242.336
2007	885.999	400.148	231.516	254.335
2008	904.529	404.015	235.636	264.878

Ámbitos	Tenerife	Tenerife - Área Metropolitana	Tenerife - Norte	Tenerife - Sur
2009	921.452	407.622	239.535	274.295
2010	935.918	410.699	243.076	282.143
2011	949.629	413.709	246.443	289.477
2012	962.647	416.658	249.627	296.362
2013	975.181	419.599	252.665	302.917
2014	987.201	422.474	255.547	309.180
2015	998.881	425.340	258.287	315.254
2016	1.010.372	428.195	260.948	321.229
2017	1.021.684	431.033	263.538	327.113
2018	1.032.905	433.838	266.092	332.975
2019	1.043.895	436.581	268.568	338.746

Fuente: ISTAC, 2017

2.6.2 Índices de juventud, vejez y envejecimiento

En Tenerife, la tasa de juventud representada por el número de personas menores de 15 años por cada 100 habitantes es de 13,8% (Tabla 7), siendo ampliamente superado por los municipios de San Miguel de Abona (17,9%), El Rosario (15,1%), La Matanza (15,22%), Granadilla de Abona (16,5%) y Candelaria (15,1%), si bien la media de todos los municipios se sitúa muy cerca del valor insular (13,5%) (ISTAC, 2017).

En cambio, el índice de vejez de Tenerife es del 15,8%, lo que refleja la presencia de 16 personas mayores de 65 años por cada 100 habitantes. Aunque la media municipal es un punto y medio superior con respecto a la isla (17,3%), este porcentaje es significativo en 4 municipios de las comarcas del Valle de la Orotava y Daute, situados en Los Silos (25,5%), Puerto de la Cruz (23,4%), Garachico (23,8%) y Buenavista del Norte (22,7%); aunque también en Fasnia (23,6%). Por otro lado, estos municipios coinciden también con los índices de envejecimiento más altos, localizándose en Los Silos 226 personas mayores de 65 años por cada 100 jóvenes menores de 15 años, 217 en el Puerto de la Cruz, 224 en Garachico, 230 en Fasnia y 220 en Buenavista del Norte.

Tabla 7. Tenerife. Índices de Juventud, vejez y envejecimiento por municipios 2017

Comarca	Municipio	Índice de juventud	Índice de vejez	Índice de envejecimiento
Área metropolitana	Laguna (La)	12,99	15,51	119,4
	Rosario (El)	15,12	12,52	82,8
	Santa Cruz de Tenerife	13,02	18,41	141,4
	Tegueste	13,7	15,87	115,8
Acentejo	Matanza de Acentejo (La)	15,22	14,41	94,7
	Santa Úrsula	14,89	13,71	92,1
	Sauzal (El)	13,69	15,25	111,4
	Tacoronte	14,83	15,34	103,5
	Victoria de Acentejo (La)	14,1	16,28	115,4
Valle de La Orotava	Orotava (La)	14,38	16,22	112,8
	Puerto de La Cruz	10,81	23,41	216,6

Comarca	Municipio	Índice de juventud	Índice de vejez	Índice de envejecimiento
	Realejos (Los)	14,26	16,16	113,3
Icod	Guancha (La)	13,56	20,16	148,6
	Icod de Los Vinos	12,07	19,94	165,3
	San Juan de La Rambla	12,95	19,51	150,7
Daute	Buenavista del Norte	10,36	22,74	219,5
	Garachico	10,61	23,8	224,4
	Silos (Los)	11,28	25,54	226,3
	Tanque (El)	13,36	20,79	155,6
Valle de Güímar	Arafo	13,76	18,08	131,4
	Candelaria	15,16	14,72	97,1
	Güímar	14,14	17,01	120,3
Abona	Arico	12,48	18,33	146,8
	Fasnia	10,28	23,62	229,8
	Granadilla de Abona	16,53	10,04	60,7
	San Miguel	17,94	10,52	58,6
	Vilaflor	10,34	22,04	213,2
Suroeste	Adeje	14,86	9,82	66,1
	Arona	14,57	11,05	75,9
	Guía de Isora	14,39	14,9	103,5
	Santiago del Teide	12,55	20,82	165,9

Fuente: ISTAC, 2017

2.6.3 Identificación de los grupos vulnerables frente al riesgo volcánico de Tenerife

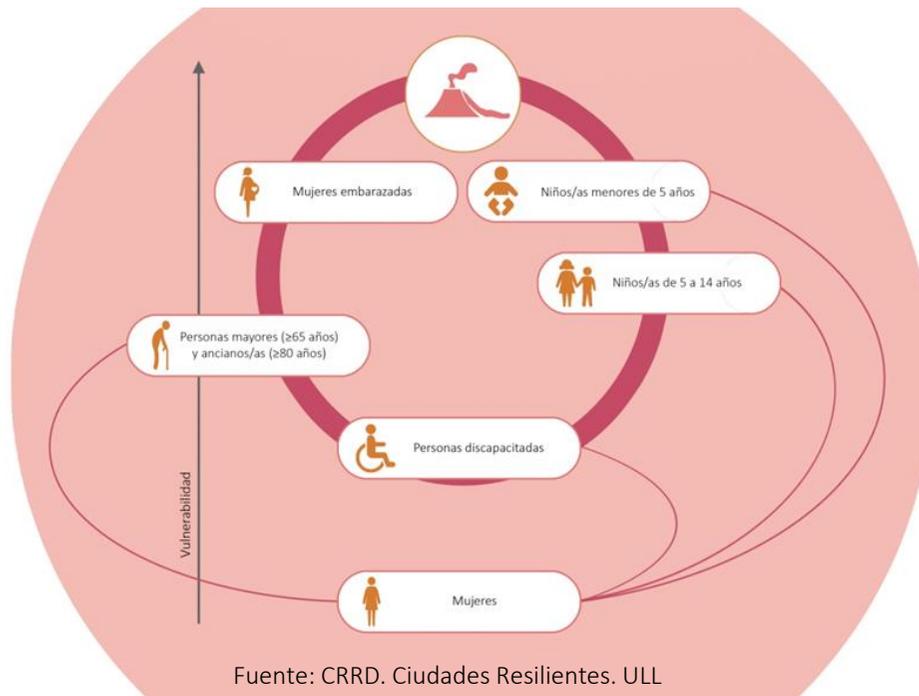
A los efectos y objetivos de este Plan de Actuación, dentro de las distintas fases que comprenden la evaluación del riesgo volcánico enfocado en el análisis demográfico de Tenerife; para el antes, durante y después es importante señalar los distintos grupos de población más vulnerables frente a desastres volcánicos y su localización. En numerosos informes internacionales y artículos de investigación dedicados al estudio de la vulnerabilidad de las personas durante desastres naturales, sean de origen climático, geológico o geomorfológico, identifican claramente a los niños/as, personas mayores y ancianos/as, discapacitados y las mujeres como los colectivos más vulnerables (Bonapace *et al.*, 2012; Leoni, 2012; MIAVITA, 2012; Leathers, 2014). En general las causas que lo condicionan están interrelacionadas entre ellos, siendo los factores principales la alta dependencia de unos con otros y la menor capacidad de respuesta ante las emergencias y la evacuación (Leoni, 2012).

2.6.3.1 Grupos de mayor vulnerabilidad

La vulnerabilidad de los niños/as surge como consecuencia de la dependencia en otras personas, en su mayoría en miembros de la familia, durante su bienestar y supervivencia en el transcurso de la emergencia, pudiendo romperse o desaparecer como consecuencia del desastre (Bonapace *et al.*, 2012). Por otro lado, la baja capacidad cognitiva para responder a situaciones peligrosas y de estrés durante el desarrollo del evento eruptivo y posterior a él, los hace menos capaces para afrontar los efectos del desastre, sobre todo desde el punto de vista físico, al ser

también más susceptibles a las exposiciones de sustancias químicas emitidas por el volcán y agentes biológicos que puedan aparecer como efectos colaterales, como las enfermedades transmitidas por el agua o por vectores (Bonapace et al., 2012; Leathers, 2014).

Figura 36. Grupos vulnerables ante el riesgo volcánico e interrelación



Las personas mayores y los ancianos/as suelen presentar también los mayores índices de mortalidad en desastres, al igual que los niños/as, debido a su menor capacidad de respuesta (Leoni, 2012), derivadas en este

caso, de factores como la movilidad reducida, la evacuación retardada y a veces, por un conocimiento posterior de la seriedad inmediata que implica la emergencia (Bonapace et al., 2012), aun cuando en la isla de Tenerife se encuentre un sistema de alerta temprana consolidado con una sociedad tecnológicamente avanzada (Bonapace et al., 2012; Leoni, 2012).

Los discapacitados experimentan una vulnerabilidad adicional a los peligros y su evacuación al exigir durante la crisis volcánica necesidades especiales al sistema de salud. Esto implica la obligación de abordar cuestiones de discapacidad en la planificación en la reducción de riesgos y fomento de la recuperación; e incluso, incorporando su visión, participación y contribución a ello (Bonapace et al., 2012; Leoni, 2012; MIAVITA, 2012).

Por último, el grupo de las mujeres está considerado también como colectivo vulnerable al riesgo porque con frecuencia toman la responsabilidad del cuidado y bienestar de los demás, especialmente de los ancianos/as y niños/as, los padres mayores y los discapacitados. Este rol de la mujer basado fundamentalmente en las funciones del cuidado viene condicionado por factores culturales aceptados socialmente, representando durante el desastre un papel de víctima pasiva, fomentado, además, por la fuerte relación de dependencia que crean con los demás, incrementando su vulnerabilidad y disminuyendo su movilidad y capacidad de respuesta en todas las fases de la crisis (Bonapace et al., 2012; Leoni, 2012, Leathers, 2014). Asimismo, incluido en este colectivo, las mujeres embarazadas forman parte de un subgrupo vulnerable, debido a la exposición a los productos químicos de las erupciones y a la mayor sensibilidad hacia las situaciones de crisis y de estrés que se estuvieran



desencadenando, afectando al desarrollo del feto y la prematuridad (Leoni, 2012, Leathers, 2014).

Sin embargo, cabe mencionar la tendencia demográfica en los próximos años de la isla de Tenerife hacia el envejecimiento debido al aumento de la esperanza de vida. Estos cambios demográficos producidos por nuevos trasvases de personas adultas hacia los grupos vulnerables de personas mayores y ancianos/as, más los cambios estructurales en las familias que se han venido produciendo en las últimas décadas a favor de las familias nucleares y el desarraigo con la comunidad social y los parentescos (Bonapace et al., 2012), generan en ambas situaciones un incremento sustancial de la vulnerabilidad a largo plazo.

Con todo, y cumpliendo los objetivos de este PAIV, la reducción de la vulnerabilidad de los grupos descritos en este apartado incluyen, por un lado, garantizar la existencia de un plan local de evacuación de la población a tiempo e implementarlo por medio de su conocimiento y la realización de simulacros; y por otro, educar y sensibilizar a las personas con respecto al riesgo volcánico (Leoni, 2012).

2.6.3.2 Actividad turística y turistas frente al riesgo volcánico

Mención especial se hace también hacia otro de los mayores grupos de personas vulnerables ante el riesgo volcánico, conformado por el sector turístico y los turistas. Cuando ocurren situaciones de crisis o desastres, las industrias del turismo, los turistas y las poblaciones locales quedan

afectadas, suponiendo una seria amenaza, no sólo desde la perspectiva económica, debido a la dependencia con otros sectores como los hoteleros o de transporte, sino también desde el punto de vista físico (Becken & Hughey, 2013; GAR, 2013; Wright, 2013; UNISDR, 2015; Ghimire, 2016) para lo cual en este Plan de Actuación centra su atención.

La gran dispersión de los turistas sobre el territorio a menudo provoca dificultades en el inicio y la coordinación de las labores de evacuación y en las respuestas de los equipos de emergencia durante el desastre (Ghimire, 2016). Otra de las razones que los hacen potencialmente vulnerables responde, aparte de su alta movilidad y la dificultad también de contabilizarlos y de hacerles llegar la información con las advertencias oportunas de las autoridades, es su escasa familiarización con el entorno (Becken & Hughey, 2013; Mahon et al., 2013; Wright, 2013; UNISDR, 2015), e incluso subestimando los riesgos que entraña el destino al que viajan (Law, 2006 citado en UNISDR, 2015). Asimismo, contribuyen también la poca conexión con la comunidad local y el desconocimiento del idioma local en relación con las grandes diferencias culturales y geográficas de los turistas (Niininen 2013 citado en UNISDR, 2015; Wright, 2013).

Por su parte, otro de los problemas añadidos en experiencias ocurridas en otros países, es la falta de preparación del sector turístico ante los peligros naturales. Los incrementos en la vulnerabilidad y la exposición se deben a factores como una actitud negativa y/o pasiva hacia la planificación del riesgo, la percepción de muchos hoteles y gestores turísticos de que la responsabilidad de la preparación, respuesta y resiliencia de los desastres y la seguridad de los turistas que albergan recae exclusivamente en las

autoridades gubernamentales; la falta de recursos económicos para afrontar dicha gestión; la percepción menor del riesgo en las organizaciones pequeñas; y la escasa cohesión del sector debido a que las empresas son de propiedad privada (Wang and Ritchie 2012 citado en Becken & Hughey, 2013; Ritchie, 2008 en UNISDR, 2015). Entre todos los factores señalados, destaca la idea de que los hoteles perciben a las autoridades civiles y gubernamentales como los máximos responsables de la seguridad turística ante los desastres. De esta manera, su papel como gerentes del alojamiento turístico radica fundamentalmente en las tareas de recuperación. Esta percepción errónea de que los eventos de desastres superan la capacidad y control del hotel comprometen a la industria a permanecer ajenos a la preparación ante situaciones de emergencia, si bien, se contraponen a la percepción de los turistas de que la responsabilidad de su seguridad recae principalmente en ellos mismos (UNISDR, 2015).

Por tanto, las herramientas y medios para la gestión del riesgo volcánico enfocado en el turismo de la isla de Tenerife deben estar perfectamente integrados durante todas las fases de la crisis planteadas en este Plan de Actuación y responder a un plan de resiliencia turística donde se desarrollen, no solo la recuperación, sino también los aspectos de reducción, preparación, y respuesta (Becken & Hughey, 2013). De la misma manera, esta perspectiva incluye también la consideración del sector turístico como papel activo durante las emergencias, aportando sus instalaciones o provisionando los medios y recursos a disposición de las comunidades locales en caso de evacuación (Becken & Hughey, 2013; Wright, 2013).

2.6.3.3 La percepción del riesgo volcánico en la población y en los grupos vulnerables

En comparación con otros países, Canarias cuenta con planificación específica del riesgo volcánico (PEVOLCA), además de numerosas organizaciones asociadas a protección civil junto con comités científicos de crisis volcánicas. Sin embargo, todas estas herramientas y medios para hacer frente a la emergencia que supone una erupción volcánica pueden quedar inutilizadas cuando las predicciones de los científicos son ignoradas o subestimadas por la población, complicando las labores de evacuación y en el peor de los casos, rechazando las órdenes gubernamentales. La falta de sensibilización y el desconocimiento de los peligros y del comportamiento de los volcanes del territorio son las principales causas, habiendo ejemplos históricos de omisión de las órdenes de evacuación en las erupciones de Nevado del Ruíz en Colombia (1984), Soufriere Hills en Montserrat (1995) o en la del Volcán Tungurahua en Ecuador (2002) (Baxter et al., 2002; GVM, 2015).

Las últimas erupciones más recientes ocurridas en La Palma (1971), Tenerife (1909) y El Hierro (2011), han creado en las dos primeras, una memoria histórica en la población sobre el riesgo volcánico y las consecuencias de la misma; y en la segunda, una necesidad de estar preparados y de contar con una planificación y protocolos de acción del cual es objeto el presente PAIV de Tenerife; en ambos casos no sólo afectando a la población local sino también a la de las islas colindantes. Además, esta nueva percepción del riesgo, aunque positiva, se ve algo reducida por los largos periodos de inactividad volcánica en el archipiélago



provocando que la población sea escéptica del nivel de peligro que representan los volcanes, duden en escuchar a las entidades competentes y no respondan de la manera adecuada ante las órdenes dictaminadas por éstas (GVM, 2015).

De igual manera, otras de las razones que provocan la falta de colaboración de la comunidad ante las decisiones de evacuación por parte de las autoridades derivan, también en relación con la falta de sensibilización y educación sobre el riesgo, en el desconocimiento de la gestión y seguimiento del riesgo volcánico, caracterizado en su mayor parte por la incertidumbre. En este sentido, es posible que durante los periodos pre-eruptivos la evacuación sea percibida como innecesaria o una aplicación exagerada del principio de precaución (GVM, 2015). Por ello, es importante señalar y transmitir a la población, que debido al carácter imprevisible del comportamiento de los volcanes, los sistemas de seguimiento volcánico pueden emitir informes de actividad y proporcionar argumentos y pronósticos de peligros que finalmente desencadenen en una falsa alarma (GVM, 2015). La incompreensión de los procesos asociados a las últimas crisis sismovolcánicas ocurridas en Tenerife y en La Palma podrían apuntar al incremento de la desconfianza en las autoridades civiles en caso de manifestación de la emergencia. Por otro lado, una vez se inicia este periodo eruptivo y se pone en funcionamiento el plan de evacuación, la población local a menudo es más reticente a evacuar y más proclive a regresar de nuevo a sus hogares una vez son trasladados por las autoridades locales debido al sentimiento de apego a su lugar de nacimiento (MIAVITA, 2012). De modo que las personas mayores, ancianos/as, pequeños empresarios, agricultores y ganaderos pueden

suponer un problema a la hora de evacuar las zonas afectadas por el volcán o volver a ellas, al negarse a abandonar los únicos recursos que poseen y/o percibir que hay más probabilidad de robos y saqueos que la de sufrir heridas o fallecer por los distintos peligros volcánicos (Lavigne, et al., 2008; MIAVITA, 2012). Este hecho puede confirmarse en eventos recientes ocurridos en las islas y relativos a incendios forestales, donde la evacuación preventiva se transformó en una orden de obligado cumplimiento, para las personas que muestran desobediencia respecto a las decisiones de evacuación inminente. Así, en el incendio de la isla de La Palma en 2016, vecinos de Fuencaliente se negaban a abandonar sus casas exponiendo que ““Si no estamos aquí para defender la casa, se quema. Fue lo que ya nos pasó en el incendio de 2009, el que nos llegó de noche desde Mazo; se salvaron las casas de los que se quedaron a enfriar, pero las demás se quemaron” (Diario de Avisos, 2016).

En definitiva, la percepción del riesgo volcánico se encuentra vinculada por un lado con la vivencia de experiencias previas y por otro lado con el grado de conocimiento del mismo y de su funcionamiento. Una de las operaciones de gestión de la emergencia que más se puede ver afectada por la percepción del riesgo es el proceso de evacuación preventiva. En Tenerife, este aspecto debe ser tenido en cuenta, dado que la población no ha convivido con este fenómeno durante un periodo superior a un siglo.

2.6.3.4 Localización de los grupos vulnerables

La gestión del riesgo volcánico en la etapa pre-eruptiva y durante el periodo eruptivo, en vista de una mejor coordinación de los equipos de emergencia, la aplicación de protocolos de actuación y una evacuación



preventiva óptima, exige en este Plan de Actuación el conocimiento de la localización y la cantidad de personas que conforman los grupos vulnerables de niños/as, personas mayores, ancianos/as, discapacitados y las mujeres.

Según lo establecido en el PEIN (2018) y ante situaciones de emergencia, los colectivos de población más vulnerables quedan agrupados de la siguiente manera:

- Las personas mayores conformarían el grupo de ≥ 65 años;
- Los ancianos/as dependientes de 80 años o más;
- Los niños/as menores de 5 años.

No obstante, la identificación de estos dos últimos resulta necesaria al ser los colectivos especialmente vulnerables y con necesidades críticas durante las fases crisis volcánica. Los mismos forman parte de un subgrupo más amplio. Así pues, queda determinado:

- Los niños/as menores de 5 años quedan incluidos dentro del grupo vulnerable comprendido de 0 a 14 años;
- Los ancianos/as mayores de 80 años dentro de las personas ≥ 65 años.

Un análisis contextual de la distribución Norte-Sur de la isla de Tenerife en función de los grupos vulnerables de 0-14 años y ≥ 65 años, señala que, en la actualidad, el Sur reúne mayor cantidad de población de estas cohortes, con un total de 78.810 habitantes; a diferencia del Norte, que presenta un

conjunto menor, de 69.710 personas (Tabla 8 y Figura 37). Por su parte, el Área Metropolitana se coloca en primer lugar con 115.874 efectivos (ISTAC, 2017). Si se realiza un enfoque comarcal, a pesar de que la mayor presencia de personas vulnerables está en el Sur, hay tres comarcas situadas en el Norte, el Valle de La Orotava, Icod y Daute, que muestran una vulnerabilidad crítica con relación a estos grupos vulnerables. En este sentido, son 4 los municipios con mayor porcentaje de población vulnerable: Los Silos, con un 37% y Puerto de la Cruz, Garachico y el Tanque con un 34%. Asimismo, son 10 los municipios con una vulnerabilidad alta distribuidos la mitad en el Norte y Área Metropolitana, en Santa Cruz de Tenerife, La Guancha, Icod de los Vinos, San Juan de La Rambla y Buenavista del Norte; y la otra mitad en el Sur, Arafo, Güímar, Vilaflor, Santiago del Teide y Fasnía, este último con el valor porcentual más alto en comparación con los demás (33,9%) (ISTAC, 2017).

Si aumentamos la escala de estudio hacia los subgrupos más críticos de niños/as menores de 5 años y ancianos/as mayores de 80 años, la zonificación poblacional vulnerable entre el Norte y Sur es casi mínima. Así, el Norte cuenta con un total de 19.423 personas; mientras que en el Sur está compuesto por 20.598 habitantes; siendo el Área Metropolitana donde más se agrupan (33.284 personas). A escala comarcal, los resultados obtenidos exponen claramente a las comarcas de Daute e Icod como especialmente vulnerables, al contar todos los municipios con los mayores índices porcentuales que de media rondan el 10,3%. No obstante, dos municipios del sur de la comarca de Abona resultan también catalogados dentro de esta categoría, en Fasnía (10,9%) y Vilaflor (9,5%) (ISTAC, 2017).

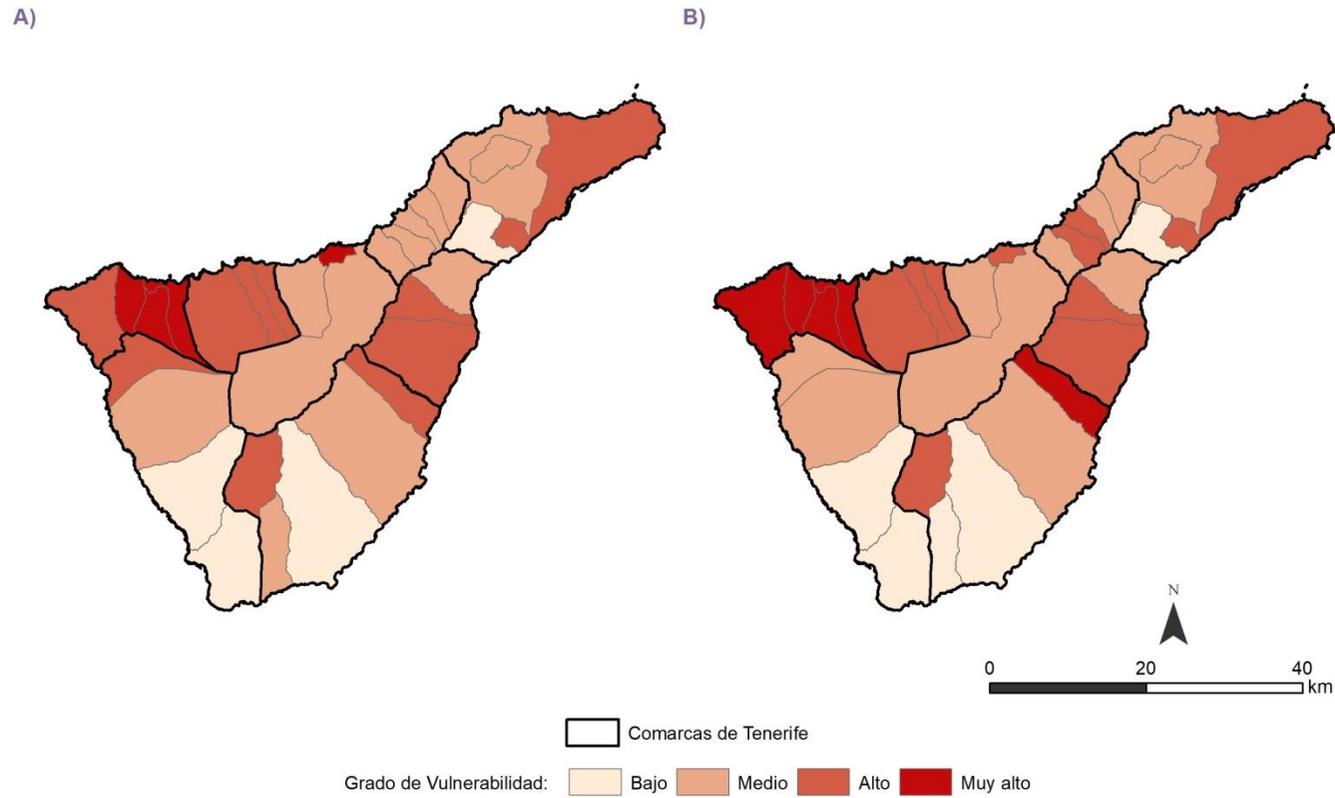
Tabla 8. Tenerife. Población vulnerable de niños/as y personas mayores por municipio

Comarca	Municipio	Población total	Total ≤14 años y ≥65 años	% Total ≤14 años y ≥65 años	Vulnerabilidad ≤14 años y ≥65 años	Vulnerabilidad total ≤14 años y ≥65 años comarcas	Total <5 años y ≥ 80 años	% Total <5 años y ≥ 80 años	Vulnerabilidad <5 años y ≥ 80 años	Vulnerabilidad total ≤14 años y ≥65 años comarcas
Área metropolitana	Laguna (La)	153.655	43.796	29	Medio	Media	12.517	8,1	Medio	Media
	Rosario (El)	17.312	4.785	28	Bajo		1.247	7,2	Bajo	
	Santa Cruz de Tenerife	203.692	64.008	31	Alto		18.619	9,1	Alto	
	Tegueste	11.108	3.285	30	Medio		901	8,1	Medio	
Acentejo	Matanza de Acentejo (La)	8.854	2.624	30	Medio	Media	800	9,0	Alto	Media
	Santa Úrsula	14.189	4.059	29	Medio		1.118	7,9	Medio	
	Sauzal (El)	8.873	2.568	29	Medio		694	7,8	Medio	
	Tacoronte	23.812	7.184	30	Medio		1.970	8,3	Medio	
	Victoria de Acentejo (La)	8.969	2.725	30	Medio		793	8,8	Alto	
Valle de La Orotava	Orotava (La)	41.500	12.699	31	Medio	Media	3.476	8,4	Medio	Media
	Puerto de La Cruz	30.036	10.279	34	Muy alto		2.732	9,1	Alto	
	Realejos (Los)	36.218	11.015	30	Medio		2.904	8,0	Medio	
Icod	Guancha (La)	5.426	1.830	34	Alto	Alto	517	9,5	Alto	Alta
	Icod de Los Vinos	22.558	7.221	32	Alto		2.073	9,2	Alto	
	San Juan de La Rambla	4.828	1.567	32	Alto		444	9,2	Alto	

Comarca	Municipio	Población total	Total ≤14 años y ≥65 años	% Total ≤14 años y ≥65 años	Vulnerabilidad ≤14 años y ≥65 años	Vulnerabilidad total ≤14 años y ≥65 años comarcas	Total <5 años y ≥ 80 años	% Total <5 años y ≥ 80 años	Vulnerabilidad <5 años y ≥ 80 años	Vulnerabilidad total ≤14 años y ≥65 años comarcas
Daute	Buenavista del Norte	4.797	1.588	33	Alto	Muy alto	526	11,0	Muy alto	Muy alta
	Garachico	4.827	1.661	34	Muy alto					
	Silos (Los)	4.848	1.785	37	Muy alto					
	Tanque (El)	2.650	905	34	Muy alto					
Valle de Güímar	Arafo	5.531	1.761	32	Alto	Alto	517	9,3	Alto	Alta
	Candelaria	27.149	8.112	30	Medio					
	Güímar	19.273	6.005	31	Alto					
Abona	Arico	7.594	2.340	31	Medio	Alto	645	8,5	Medio	Alto
	Fasnia	2.743	930	34	Alto					
	Granadilla de Abona	46.816	12.436	27	Bajo					
	San Miguel	18.887	5.374	28	Medio					
	Vilaflor	1.615	523	32	Alto					
Suroeste	Adeje	46.833	11.559	25	Bajo	Medio	2.860	6,1	Bajo	Baja-media
	Arona	78.930	20.226	26	Bajo					
	Guía de Isora	20.537	6.015	29	Medio					
	Santiago del Teide	10.576	3.529	33	Alto					

Fuente: ISTAC, 2017

Figura 37. Tenerife. Vulnerabilidad por grupos de población. A) Niños/as ≤14 años y personas ≥65 años; B) Niños/as ≤5 años y ancianos/as ≥80 años



Fuente: ISTAC, 2017



El Norte de Tenerife cuenta con un total de 19.423 personas; mientras que en el Sur está compuesto por 20.598 habitantes; siendo el Área Metropolitana donde más se agrupan (33.284 personas). A escala comarcal, los resultados obtenidos exponen claramente a las comarcas de Daute e Icod como especialmente vulnerables, al contar todos los municipios con los mayores índices porcentuales que de media rondan el 10,3%. No obstante, dos municipios del sur de la comarca de Abona resultan también catalogados dentro de esta categoría, en Fasnia (10,9%) y Vilaflor (9,5%) (ISTAC, 2017).

Por otra parte, al igual que los niños/as y personas mayores, los discapacitados requieren también de recursos y medios específicos en cuanto a logística y salud se refieren en caso de evacuación por crisis volcánica.

Por último, el grupo de las mujeres es muy difícil de segmentar para determinar cuáles de ellas son o no vulnerables ante una erupción volcánica. A pesar de ello, es importante destacar que, como se ha mencionado en el apartado anterior, esta vulnerabilidad y su incremento viene influenciado por factores socioculturales, al asumir la responsabilidad del cuidado de otros grupos vulnerables como los niños/as, personas mayores y discapacitados, creando fuertes lazos de dependencia y disminuyendo su capacidad de respuesta. Estas circunstancias deben ser consideradas en la planificación del riesgo volcánico y comprendidas por las autoridades civiles y gubernamentales en el momento de la actuación en la emergencia.

Por otra parte, al igual que los niños/as y personas mayores, los discapacitados requieren también de recursos y medios específicos en cuanto a logística y salud se refieren en caso de evacuación por crisis volcánica.

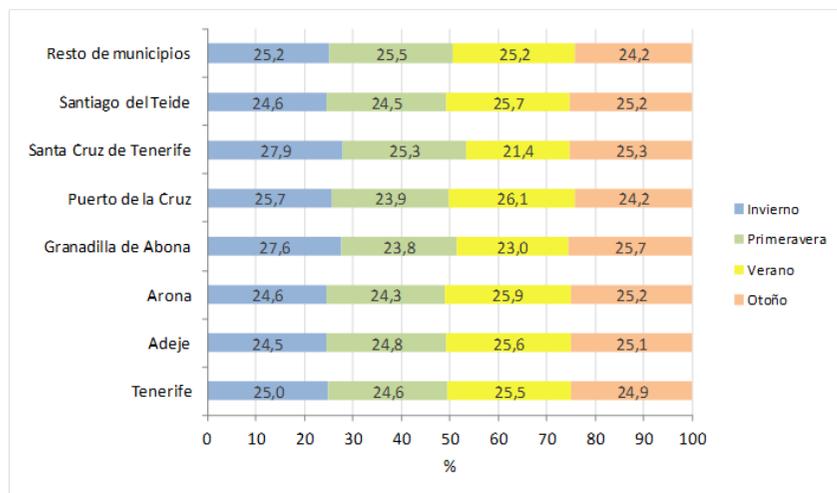
2.6.3.5 Localización de la actividad turística

La llegada de 14.705.840 de visitantes a Canarias en 2017 como consecuencia del exponencial desarrollo de la industria turística demuestra la alta incidencia espacial que reflejan cualquier tipo de riesgos en la actualidad (ISTAC, 2017). Sin embargo, aunque el sector turístico del archipiélago ha desempeñado, al igual que en muchos otros países del mundo, un papel primordial en el crecimiento económico local, ello lo hacen más susceptibles y vulnerables a los desastres (GAR, 2013; UNISDR, 2015; Ghimire, 2016), a medida que los factores de exposición, vulnerabilidad y riesgo se acrecientan por el incremento de las demandas y la ampliación de nuevas ofertas en ubicaciones de mayor riesgo (Mahon et al., 2013; UNISDR, 2015).

En Tenerife este valor alcanzó los 5.190.750 de turistas en este mismo año frente a los más de 3.800.000 de turistas que llegaron en 2009 (ISTAC, 2017). Los resultados indican que al año llegan a Tenerife más de 4,5 millones de visitantes según los datos registrados para el periodo 2009-2017 (Tabla 9), que integrados en la población local presente en 2017 se estima que en la isla hubo un total de más de 5,4 millones de personas, de los cuales el 83,4% fueron turistas (ISTAC, 2017). Un análisis detallado señala la identificación de 6 núcleos turísticos distribuidos a lo largo de la geografía insular. Se localizan principalmente en el Sur, si bien cuenta con

uno en el Norte y otro en el Área Metropolitana; en contraposición, además, con el resto de los municipios donde la presencia de la actividad y sectores turísticos no es tan acusada (ISTAC, 2017). Lo constituyen, por tanto, los municipios de Adeje, Arona, Granadilla de Abona y Santiago del Teide en el Sur y el Puerto de la Cruz y Santa Cruz de Tenerife en el Norte y Área Metropolitana. De ellos, los dos primeros agruparon de media el 64,4% para el periodo 2009-2017, mientras destaca también el Puerto de la Cruz con un promedio anual de algo más de 700.000 turistas. En cambio, Granadilla de Abona, Santiago del Teide y Santa Cruz de Tenerife concentraron el 10,7% (2009-2017) (ISTAC, 2017).

Figura 38. Distribución estacional del turismo a nivel insular y por núcleos turísticos (promedio 2009-2017)



Fuente: ISTAC, 2017

Por otro lado, apenas existen diferencias estacionales en la llegada del turismo a la isla (2009-2017) (Figura 38). A escala insular, la media porcentual se distribuye en torno al 25%, siendo ligeramente mayor en durante el verano (25,5%), mientras se mantiene de forma equitativa entre el otoño y el invierno (25%). Destacan en invierno los valores de Granadilla de Abona y Santa Cruz de Tenerife (27,6% y 27,9%); y en verano, los porcentajes por encima del 25% en Arona, Puerto de la Cruz y Santiago del Teide. Por el contrario, en primavera y otoño, aunque similares, los valores se ajustan a la transición hacia el verano y el invierno (ISTAC, 2017).

Desde el punto de vista de la emergencia volcánica, es importante conocer las estimaciones diarias o mensuales del número turistas que se pueden encontrar en las posibles zonas afectadas. En Tenerife el promedio mensual ronda los 445.000 visitantes (Tabla 10), donde destacan de forma notable los núcleos turísticos de Adeje, Arona y el Puerto de la Cruz, que pueden reunir al día, 5.621, 4.076 y 2.317 turistas respectivamente (Tabla 11). Sin embargo, estos valores deben integrarse con los valores de la población local, lo que implica totales que superan los 50.000, 80.000 y 32.000 personas al día para dichos núcleos (Tabla 12). Por su parte, el municipio de Santiago del Teide aloja al mes a más de 22.000 turistas y diariamente a 780 visitantes. Por tanto, estos 4 términos municipales son los más vulnerables y expuestos ante el riesgo volcánico, especialmente el Puerto de la Cruz y Santiago del Teide si se tiene en cuenta la cartografía Mapas de Peligrosidad del IGME. En este sentido, para la gestión del riesgo volcánico durante el desastre, es necesario conocer, de manera aproximada, la cantidad de turistas que pueden estar en riesgo, particularmente durante el verano (Tabla 10), cuando se produce un



incremento en la llegada de los turistas a la isla por las vacaciones, que en caso de producirse una erupción volcánica durante este periodo, la respuesta en la emergencia será mayor ante el aumento de los turistas potencialmente en riesgo (Becken & Hughey, 2013).



Tabla 9. Tenerife. Número de turistas. Totales y promedios anuales, absolutos y porcentuales

Años	Tenerife	Adeje	Arona	Granadilla de Abona	Puerto de la Cruz	Santa Cruz de Tenerife	Santiago del Teide	Resto de municipios
2017	5.190.750	1.886.939	1.401.419	54.061	840.329	261.071	263.351	483.580
2016	5.081.922	1.860.288	1.393.046	54.116	788.962	253.448	252.996	479.066
2015	4.604.552	1.671.296	1.279.323	47.566	688.293	230.222	244.920	442.932
2014	4.611.866	1.768.599	1.241.548	60.842	691.059	200.846	228.560	420.412
2013	4.463.627	1.686.784	1.218.073	53.295	694.384	179.766	222.386	408.939
2012	4.321.446	1.644.422	1.168.802	53.824	652.664	164.031	237.276	400.427
2011	4.423.090	1.674.528	1.186.848	54.013	680.347	177.421	242.927	407.006
2010	4.034.046	1.529.559	1.055.228	50.412	678.460	176.490	204.782	339.115
2009	3.877.159	1.433.579	1.050.780	36.025	688.521	188.735	161.214	318.305
Promedio (2009-2017)	4.512.051	1.683.999	1.221.674	51.573	711.447	203.559	228.712	411.087
% turistas (2009-2017)	100	37,3	27,1	1,1	15,8	4,5	5,1	9,1
Población total (2017)	894.636	46.833	78.930	46.816	30.036	203.692	10.576	477.753

Fuente: ISTAC, 2017

Tabla 10. Tenerife. Promedio mensual de turistas en núcleos turísticos (2009-2017)

Meses	Tenerife	Adeje	Arona	Granadilla de Abona	Puerto de la Cruz	Santa Cruz de Tenerife	Santiago del Teide	Resto de municipios
Diciembre	441.430	165.598	118.750	5.111	70.264	19.393	22.794	39.518
Enero	451.356	167.949	123.535	5.507	73.518	18.963	21.946	39.938
Febrero	439.452	162.370	118.831	5.208	71.021	20.329	22.383	39.309
Marzo	472.710	177.024	130.249	5.231	74.840	19.952	23.744	41.672
Abril	450.583	175.351	121.707	4.471	67.033	16.749	23.082	42.189
Mayo	388.388	149.346	104.533	3.948	57.480	16.446	20.270	36.365
Junio	403.036	154.642	112.451	3.857	63.759	15.647	19.730	32.951
Julio	463.693	175.170	130.115	4.264	73.203	16.025	24.202	40.713
Agosto	496.625	188.022	137.963	5.048	81.053	13.355	26.264	44.920
Septiembre	427.634	160.796	119.345	4.335	68.891	15.372	23.038	35.856
Octubre	462.250	180.924	129.337	5.051	65.024	17.578	24.504	39.831
Noviembre	440.079	166.225	120.429	5.328	68.187	20.315	21.386	38.209
Promedio mensual (2009-2017)	444.770	168.618	122.270	4.780	69.523	17.510	22.779	39.289

Fuente: ISTAC, 2017

Tabla 11. Tenerife. Promedio diario de turistas en núcleos turísticos (2009-2017)

Meses	Tenerife	Adeje	Arona	Granadilla de Abona	Puerto de la Cruz	Santa Cruz de Tenerife	Santiago del Teide	Resto de municipios
Diciembre	14.714	5.520	3.958	170	2.342	646	760	1.317
Enero	15.045	5.598	4.118	184	2.451	632	732	1.331
Febrero	14.648	5.412	3.961	174	2.367	678	746	1.310
Marzo	15.757	5.901	4.342	174	2.495	665	791	1.389
Abril	15.019	5.845	4.057	149	2.234	558	769	1.406
Mayo	12.946	4.978	3.484	132	1.916	548	676	1.212
Junio	13.435	5.155	3.748	129	2.125	522	658	1.098
Julio	15.456	5.839	4.337	142	2.440	534	807	1.357
Agosto	16.554	6.267	4.599	168	2.702	445	875	1.497
Septiembre	14.254	5.360	3.978	145	2.296	512	768	1.195
Octubre	15.408	6.031	4.311	168	2.167	586	817	1.328
Noviembre	14.669	5.541	4.014	178	2.273	677	713	1.274
Promedio diario (2009-2017)	14.826	5.621	4.076	159	2.317	584	759	1.310

Fuente: ISTAC, 2017

Tabla 12. Tenerife. Promedio diario de población turística y local en núcleos turísticos (2009-2017)

Meses	Tenerife	Adeje	Arona	Granadilla de Abona	Puerto de la Cruz	Santa Cruz de Tenerife	Santiago del Teide	Resto de municipios
Población total (2017)	894.636	46.833	78.930	46.816	30.036	203.692	10.576	477.753
Diciembre	909.350	52.353	82.888	46.986	32.378	204.338	11.336	479.070
Enero	909.681	52.431	83.048	47.000	32.487	204.324	11.308	479.084
Febrero	909.284	52.245	82.891	46.990	32.403	204.370	11.322	479.063
Marzo	910.393	52.734	83.272	46.990	32.531	204.357	11.367	479.142
Abril	909.655	52.678	82.987	46.965	32.270	204.250	11.345	479.159
Mayo	907.582	51.811	82.414	46.948	31.952	204.240	11.252	478.965
Junio	908.071	51.988	82.678	46.945	32.161	204.214	11.234	478.851
Julio	910.092	52.672	83.267	46.958	32.476	204.226	11.383	479.110
Agosto	911.190	53.100	83.529	46.984	32.738	204.137	11.451	479.250
Septiembre	908.890	52.193	82.908	46.961	32.332	204.204	11.344	478.948
Octubre	910.044	52.864	83.241	46.984	32.203	204.278	11.393	479.081
Noviembre	909.305	52.374	82.944	46.994	32.309	204.369	11.289	479.027
Promedio diario conjunto	909.462	52.454	83.006	46.975	32.353	204.276	11.335	479.063

Fuente: ISTAC, 2017

2.7 Red de transporte

2.7.1 Infraestructura viaria

La isla de Tenerife presenta 10.990 km de carreteras, de los cuales el 16,6% incluyen los viarios de primer, segundo y tercer orden (IGN, 2018). Clasificados por tipo de vial, la autopista y la autovía suponen el 5,2% sobre el total, mientras que las carreteras convencionales alcanzan el 16%.

Figura 39. Localización de la infraestructura viaria por orden de importancia en la Isla de Tenerife



Fuente: IGN, 2017. Elaboración propia

En cambio, los porcentajes más altos corresponden al entramado de carácter urbano (27%) y a los caminos y sendas (51,8%).

Dada la distribución de los límites municipales en sentido norte-sur, la red viaria insular se dispone, principalmente, en sentido horizontal, atravesando todos los municipios para conectarlos entre sí, uno principal en la costa (autopista) y otro en medianías (carreteras generales); mientras que en menor medida, destacan algunas carreteras que conectan el litoral con las medianías de algunos municipios (PEIN, 2018) (Figura 39).

2.7.2 El parque móvil

En la actualidad, el parque móvil insular ha sufrido un incremento absoluto de alrededor de 128.000 vehículos desde el año 2005. En este sentido, Tenerife reúne un total de 710.869 vehículos, de los cuales por cada 1.000 habitantes la cifra es de 794,6 vehículos, es decir, de aproximadamente uno por cada persona que habita en la isla (Tabla 13) (ISTAC, 2017). Este valor se mantiene de media en los 31 municipios (0,8 vehículos), destacando de manera notable en 4 términos municipales del Sur, Vilaflor (1,5 veh/hab), San Miguel de Abona, Arico y Granadilla de Abona (0,9 veh/hab). Por el contrario, en el Norte de la isla sobresalen los municipios de La Victoria de Acentejo, San Juan de la Rambla, El Tanque y Santa Úrsula con 0,9 veh/hab, y La Guancha con un valor también muy cercano, de 0,8 veh/hab (ISTAC, 2017).

Tabla 13. Tenerife. Vehículo por habitantes, por isla y municipios (2005 y 2017)

Isla/Municipios	2017 Veh/ 1000hab	2005 Veh/ 1000hab	Veh/hab. 2017	Veh/hab. 2005
Tenerife	794,6	695,1	0,8	0,7
Adeje	789,6		0,8	0,7
Arafo	820,8	675,1	0,8	0,7
Arico	913,9	671,2	0,9	0,7
Arona	777,1	720,3	0,8	0,7
Buenavista del Norte	742,8	569,1	0,7	0,6
Candelaria	676,6	594	0,7	0,6
Fasnia	812,2	596	0,8	0,6
Garachico	697,3	506,5	0,7	0,5
Granadilla de Abona	904,6	732,1	0,9	0,7
Guancha (La)	827,1	659,2	0,8	0,7
Guía de Isora	772,6	657,6	0,8	0,7
Güímar	800,6	732,4	0,8	0,7
Icod de los Vinos	782,1	616,5	0,8	0,6
Laguna (La)	771,1	731,3	0,8	0,7
Matanza de Acentejo (La)	768,8	665,5	0,8	0,7
Orotava (La)	705,3	609,3	0,7	0,6
Puerto de la Cruz	827	803,2	0,8	0,8
Realejos (Los)	792,1	644,7	0,8	0,6

Isla/Municipios	2017 Veh/ 1000hab	2005 Veh/ 1000hab	Veh/hab. 2017	Veh/hab. 2005
Rosario (El)	889,6	747,9	0,9	0,7
San Juan de la Rambla	867,4	647,9	0,9	0,6
San Miguel	915,5	832,9	0,9	0,8
Santa Cruz de Tenerife	798,3	709,6	0,8	0,7
Santa Úrsula	850,7	686,1	0,9	0,7
Santiago del Teide	738,8	517,3	0,7	0,5
Sauzal (El)	795	633,9	0,8	0,6
Silos (Los)	666	509,7	0,7	0,5
Tacoronte	807,8	683,6	0,8	0,7
Tanque (El)	852,5	607,6	0,9	0,6
Tegueste	743,5	610,5	0,7	0,6
Victoria de Acentejo (La)	873,6	704,2	0,9	0,7
Vilaflor	1.509,00	764,2	1,5	0,8

Fuente: ISTAC (2017)

Sin embargo, contabilizando solo el número de vehículos (Tabla 14), los municipios con valores más altos son Santa Cruz de Tenerife y La Laguna, que agrupan el 39,5% sobre el total; y los municipios turísticos de Arona (8,6%), Granadilla de Abona (6%), Adeje (5,2%), La Orotava (4%), Los Realejos (4,1%) y Puerto de la Cruz (3,5%) (ISTAC, 2017).

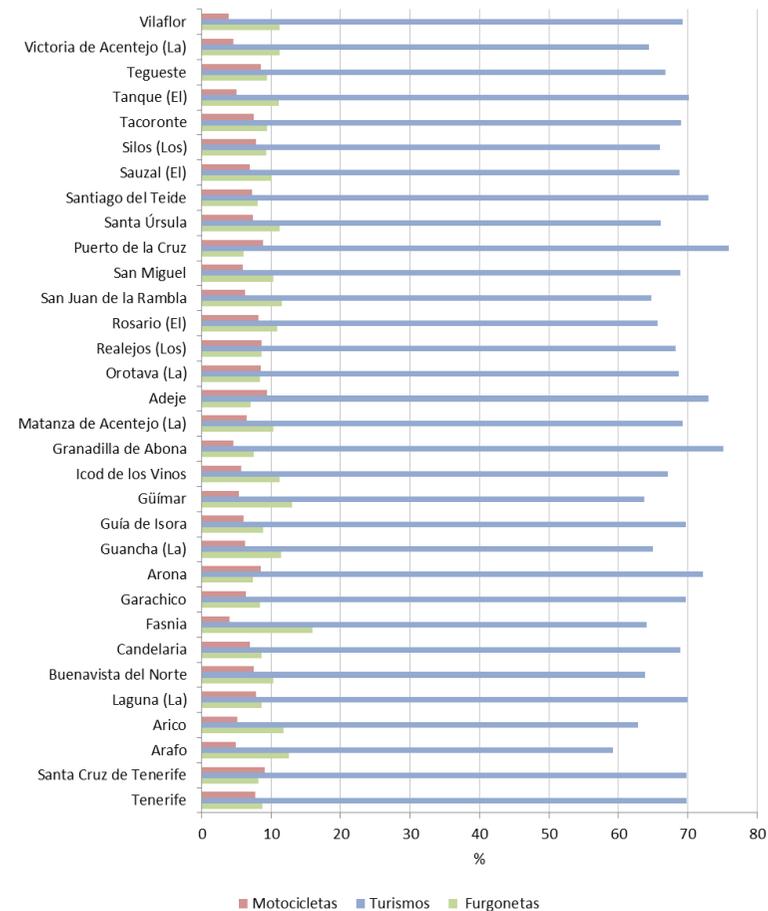


Por otra parte, un estudio por tipología de vehículos determina que el turismo es el medio de transporte más común en Tenerife (69,9%), seguido de las furgonetas y motocicletas, 8,7% y 7,8% respectivamente (Gráfico 2). Además, los porcentajes de turismos que superan el 70% se localizan en el Sur en Arona, Granadilla de Abona, Adeje, y Santiago del Teide; mientras que, en el Norte, se sitúan en el Puerto de la Cruz y El Tanque. Las motocicletas destacan en Adeje (9,4%), Santa Cruz (9%), La Orotava, Los Realejos y Puerto de la Cruz (8,5-8,9%) y Arona (8,5%). En la Tabla 14 se pueden observar los valores absolutos por tipos de vehículos y municipios en el año 2017 (ISTAC, 2017).

2.7.3 Localización y características viarias de los principales ejes insulares e intramunicipales

La red viaria principal de la isla de Tenerife está constituida por todas aquellas carreteras que recogen volúmenes de tráfico elevados al día y que conectan el mayor número de municipios posibles dando servicio a numerosos núcleos poblacionales, tanto en la zona Norte como en la Sur, e incluso, entre ellas y con el Área Metropolitana. Por tanto, cumpliendo con los objetivos de este Plan de Actuación y centrando su atención en la planificación de las rutas de evacuación y de provisión de medios y recursos durante la emergencia volcánica, los viarios principales se localizan en 3 ámbitos territoriales: los ejes insulares (Autopista, Autovías y carreteras generales), el Área Metropolitana y el entorno del Macizo de Anaga y el Parque Nacional del Teide. Toda la información recogida en este apartado se ha extraído del Plan Territorial Especial del Sistema Viario del Área Metropolitana (Cabildo de Tenerife, 2007) y GRAFCAN.

Gráfico 2. Valores relativos por tipo de vehículo e isla y municipios de Tenerife



Fuente: ISTAC, 2017



2.7.3.1 Los ejes insulares

Dentro de las vías de primer orden, la autopista es el principal eje conector de la isla que une tres importantes áreas de asentamiento a través de dos tramos, la TF-5 en el Norte y la TF-1 en el Sur. El primero une el conjunto de municipios que componen el Área Metropolitana (Santa Cruz de Tenerife, La Laguna, El Rosario y Tegueste); mientras que, en el Norte, enlaza los municipios de la comarca del Valle de La Orotava. En cambio, en el Sur, la TF-1 conecta los distintos municipios turísticos, principalmente de Arona, Adeje, Santiago del Teide y Granadilla de Abona. Además, también se encuentra muy cerca de los dos aeropuertos (Tenerife Norte y Sur) y puertos marítimos (Puerto de Santa Cruz y Puerto de Los Cristianos), lo que facilita el rápido acceso de los visitantes hacia la isla o su salida. Además, el trazado de la autopista, tanto de la TF-1 como de la TF-5 se desarrolla de forma paralela a la costa.

2.7.3.1.1 TF-5

La TF-5, conocida como Autopista del Norte, da cobertura a Santa Cruz y La Laguna y a las principales poblaciones del Norte de Tenerife. Su trazado discurre desde la Avenida Tres de Mayo hasta Icod de los Vinos, dando servicio a los términos municipales de Tacoronte, Puerto de la Cruz, La Orotava, Icod de los Vinos, etc. Sin embargo, en relación con la culminación del cierre del Anillo Insular, en la actualidad la TF-5 se bifurca en Icod de Los Vinos y se extiende hasta el municipio de El Tanque. Por otro lado, a efectos de una emergencia volcánica que requiera de movilización urgente de medios y recursos y de las labores de evacuación, es importante conocer el número de carriles que presenta. En este

sentido, en función de la pendiente y del volumen de tráfico, en la TF-5 se pueden diferenciar cinco tramos con variabilidad en el número de carriles (Tabla 15).

2.7.3.1.2 TF-1

La Autopista del Sur (TF-1) se encarga de conectar todas las poblaciones del Sur de la isla. Comienza desde las proximidades del barrio de Somosierra hasta Santiago del Teide. Al contrario que en la TF-5, la TF-1 presenta curvas de radios amplios y en general, pendientes moderadas. El número de carriles por sentido es de 3 desde Santa Cruz hasta la entrada de Arafo, a partir del cual se convierten en dos carriles por sentido hasta el municipio de Adeje. En este punto, entre Adeje, Guía de Isora y Santiago del Teide la TF-1 se transforma en 2 carriles de subida y uno de bajada hasta Montaña de la Hoya, donde se excavaron dos túneles. Estos túneles son los de El Bicho, con 2 calzadas separadas de 2 carriles cada una de 3,5 metros de ancho y una altura desde el centro de 8,6 metros, y que permite conectar Armeñime con Santiago del Teide.

2.7.3.1.3 Autovías (TF-2, TF-4 y TF-11)

Por último, existen en la isla dos autovías principales que conectan entre sí la TF-1 con la TF-5. Una de ellas es la denominada Vía Sur de Penetración (TF-4), que abarca desde las cercanías de Mercatenerife hasta el Recinto Ferial de Santa Cruz, pasando por la Refinería. Asimismo, se constituye como la entrada más directa a la capital de la isla y disminuye el elevado volumen de tráfico existente en la entrada de la Autopista Sur (TF-1) al confluir con la Autopista del Norte (TF-5) antes de entrar en la ciudad de Santa Cruz de Tenerife. Esta Vía se dispone en dos calzadas independientes



con dos carriles en ambos sentidos de 3,5 metros. Por otro lado, el eje Constitución – Anaga o Avenida de Anaga comienza en la Avenida de la Salle hasta el inicio de la Autovía de San Andrés. Presenta dos carriles por sentido de 3,5 metros de ancho, formada por rectas y pocas curvas. Además, conecta con las dos Autopistas, por un lado con la Sur a partir de la Vía Sur de Penetración (TF-4), y por otro, con la Norte en la rotonda de la Avenida Tres de Mayo a través del túnel Juan Amigó de Lara.

Asimismo, la Autovía de San Andrés, conocida como la TF-11, se extiende desde la Avenida de Anaga hasta localidad pesquera de San Andrés, dando acceso desde la capital tinerfeña a la Dársena Pesquera, al Dique del Este y a los núcleos situados al norte del Macizo de Anaga. Su trazado es suave, con dos carriles por sentido de 3,5 metros sin grandes curvas ni pendientes.

La otra es la Autovía de Enlace Santa María del Mar-Las Chumberas o TF-2. Su función principal es conectar la Autopista del Norte (TF-5) y la Autopista del Sur (TF-1) y da acceso a los núcleos urbanos mencionados y a los asentamientos intermedios de Barranco Grande y Taco. Su trazado es bastante sinuoso y con fuertes pendientes que llegan a alcanzar el 10% de desnivel. En los tramos de pendiente moderada la TF-2 se compone de dos carriles por sentido, mientras que con pendientes superiores al 6% se dispone en forma de 3 carriles, también para cada sentido de circulación.



Tabla 14. Valores absolutos y porcentual por tipos de vehículos en la isla y municipios de Tenerife (2017)

Isla/Municipios	Total de vehículos	% Total	Camiones hasta 3.500 kg	Camiones más de 3.500 kg	Furgonetas	Guaguas	Turismos	Motocicletas	Tractores industriales	Remolques	Semirremolques	Otros tipos de vehículo
Tenerife	710.869	100	73.528	7.061	61.796	2.477	496.662	55.107	1.786	1.619	3.119	7.714
Santa Cruz de Tenerife	162.599	22,9	14.543	1.779	13.261	1.262	113.581	14.667	578	387	1.239	1.302
Arafo	4.540	0,6	666	129	571	2	2.688	222	42	31	76	113
Arico	6.940	1,0	987	118	816	4	4.361	357	36	35	36	190
Laguna (La)	118.489	16,7	12.784	1.190	10.224	316	82.827	9.296	233	235	363	1.021
Buenavista del Norte	3.563	0,5	554	27	369	2	2.274	267	6	14	3	47
Candelaria	18.370	2,6	1.919	332	1.586	7	12.666	1.262	127	60	176	235
Fasnia	2.228	0,3	276	32	354	1	1.428	89	0	5	3	40
Garachico	3.366	0,5	446	31	284	0	2.348	215	0	7	0	35
Arona	61.338	8,6	6.003	377	4.552	128	44.271	5.204	57	83	89	574
Guancha (La)	4.488	0,6	626	24	513	1	2.917	282	3	17	4	101
Guía de Isora	15.867	2,2	1.933	171	1.396	38	11.067	951	32	39	36	204
Güímar	15.429	2,2	1.853	226	2.011	51	9.833	823	123	55	177	277
Icod de los Vinos	17.642	2,5	2.258	212	1.980	3	11.845	1.004	37	41	59	203
Granadilla de Abona	42.351	6,0	4.241	368	3.186	50	31.806	1.919	88	88	180	425
Matanza de Acentejo (La)	6.807	1,0	747	33	704	1	4.712	440	8	10	16	136
Adeje	36.978	5,2	3.071	241	2.616	97	26.971	3.493	38	34	41	376
Orotava (La)	29.272	4,1	3.274	263	2.458	115	20.128	2.498	33	67	39	397
Realejos (Los)	28.689	4,0	3.303	276	2.479	56	19.569	2.474	46	74	76	336
Rosario (El)	15.401	2,2	1.583	258	1.671	40	10.121	1.261	89	57	89	232
San Juan de la Rambla	4.188	0,6	554	49	483	17	2.710	261	13	20	23	58
San Miguel	17.291	2,4	1.938	180	1.791	123	11.910	1.021	24	45	65	194

Isla/Municipios	Total de vehículos	% Total	Camiones hasta 3.500 kg	Camiones más de 3.500 kg	Furgonetas	Guaguas	Turismos	Motocicletas	Tractores industriales	Remolques	Semirremolques	Otros tipos de vehículo
Puerto de la Cruz	24.840	3,5	1.881	113	1.490	84	18.856	2.200	10	28	11	167
Santa Úrsula	12.071	1,7	1.348	129	1.359	71	7.974	890	34	31	34	201
Santiago del Teide	7.814	1,1	790	49	633	2	5.700	563	5	11	7	54
Sauzal (El)	7.054	1,0	736	56	711	0	4.858	489	14	15	32	143
Silos (Los)	3.229	0,5	469	32	301	1	2.130	253	2	12	7	22
Tacoronte	19.235	2,7	2.216	152	1.815	2	13.271	1.439	24	50	37	229
Tanque (El)	2.259	0,3	274	12	251	1	1.586	114	1	5	1	14
Tegueste	8.259	1,2	1.018	80	776	0	5.515	703	10	21	20	116
Victoria de Acentejo (La)	7.835	1,1	965	94	881	1	5.050	355	64	28	169	228
Vilaflor	2.437	0,3	272	28	274	1	1.689	95	9	14	11	44

Fuente: ISTAC, 2017

Tabla 15. Tramos y carriles de la Autopista del Norte (TF-5)

Tramos TF-5	Sentido Santa Cruz-Norte	Sentido Norte-Santa Cruz
Santa Cruz – Guajara	4	3
Guajara – Padre Anchieta	3	3
Paso por Padre Anchieta	3	2
Padre Anchieta – Los Rodeos	3	3
Los Rodeos – Icod de los Vinos	2	2
Icod de los Vinos- El Tanque	1-2	1



2.7.3.1.4 Carreteras Generales (TF-28 y TF-152)

Como en un caso o en otro, en la isla también existe un segundo cinturón constituido por la carretera general del Norte y la carretera general del Sur que suponen las dos principales alternativas a la autopista.

La carretera general del Sur, denominada TF-28, es una ruta alternativa a la Autopista del Sur y da acceso a las poblaciones intermedias de Güímar, Fasnia, Arico, Granadilla, etc. Comienza en Taco y finaliza en la localidad de Las Américas. Asimismo, se pueden diferenciar dos tramos según el trazado y número de carriles. Desde Taco hasta El Tablero, las pendientes son suaves con numerosas rectas, mientras que de aquí hasta Las Américas el trazado es sinuoso y con pendientes elevadas. Por otro lado, entre Taco y El Tablero dispone de dos carriles por sentido de 3,5 metros; si bien desde este punto hasta Las Américas es de un carril por sentido de 3 metros.

Por su parte, la TF-152 o carretera general del Norte supone una alternativa a la Autopista del Norte que se dispone paralelamente a ella. No obstante, comienza desde La Laguna hasta El Sauzal, por lo que existe una mala conectividad con los municipios del Valle de La Orotava que dependen en gran medida de la Autopista. Presenta un carril por sentido de 3,5 metros cada uno.

2.7.3.2 Área Metropolitana y el Macizo de Anaga

Como se ha señalado, el Área Metropolitana a través de las dos autopistas y autovías principales (TF-1, TF-2, TF-4 y TF-5) queda perfectamente

conectada con el resto de la isla. Sin embargo, la complejidad geográfica y poblacional del Macizo de Anaga exige una consideración aparte al presentar pocos accesos principales hacia Santa Cruz de Tenerife, La Laguna y el resto de la isla.

2.7.3.2.1 La TF-12

La TF-12, denominada también como la carretera Norte San Andrés – La Laguna, da accesibilidad a la localidad de San Andrés y a los núcleos rurales del Macizo de Anaga. Transcurre desde el pueblo pesquero hacia el norte hasta las cumbres de Anaga y luego hacia el oeste, dando servicio a Taganana, Afur, Taborno y Las Mercedes hasta adentrarse en La Laguna. En este punto la vía es de carácter urbano y es la principal salida por el norte del casco histórico de La Laguna. Presenta una calzada de un carril por sentido de 3 metros de ancho y se extiende hasta la Carretera de Tegueste (TF-13). El segundo tramo abarca desde aquí hasta San Andrés y la vía se caracteriza por sus pendientes pronunciadas y curvas muy cerradas, también de un carril por sentido de 2,75 metros de ancho.

2.7.3.2.2 TF-13

Conocida como la Vía de Ronda de La Laguna es la principal vía de circunvalación del municipio de La Laguna para el tráfico que se dirige hacia Tegueste y los núcleos costeros que abarcan desde Punta del Hidalgo hasta Valle Guerra. La sección presenta dos carriles de 3,5 metros por sentido, con curvas de radios pequeños y con grandes pendientes, si bien se van suavizando al final del tramo, en la carretera de Las Mercedes (TF-113). No obstante, a partir de este punto se transforma en la carretera de



Tegueste del cual se pueden distinguir dos tramos. El primero va desde la TF-113 y la Avenida República Argentina, de trazado llano y recto con un carril por sentido de 3,5 metros de ancho, mientras que el segundo tramo, que va abarca hasta la Punta del Hidalgo presenta mayores curvas y pendientes pronunciadas, con un carril por sentido de 3 metros de ancho cada uno.

2.7.3.3 Parque Nacional del Teide

Este ámbito se caracteriza por una red viaria que da acceso y recorre el Parque Nacional del Teide, conectando los municipios del Norte con el Sur y con el Área Metropolitana. Se pueden diferenciar 4 viarios principales:

2.7.3.3.1 TF-24

Otro de los ejes vertebrales de la isla de Tenerife es la TF-24 o Carretera de La Esperanza que parte desde el enlace de Padre Anchieta en La Laguna hasta las proximidades del Parque Nacional del Teide, donde conecta con la TF-21 de La Orotava. Esta carretera al ser la principal vía de acceso al Teide desde el Área Metropolitana es utilizada por el tráfico que se dirige allí y por los habitantes que residen en las medianías de El Rosario, sobre todo por el núcleo de La Esperanza. Presenta dos tramos diferenciados de un carril por sentido. El primer tramo que va desde La Laguna hasta La Esperanza los carriles tienen una anchura de 3,5 metros, mientras que el resto hasta Las Cañadas es de 3 metros.

2.7.3.3.2 TF-21

La TF-21 o la carretera de Las Cañadas del Teide es un eje conector nortesur de la isla de Tenerife en el cual se pueden diferenciar varios tramos. El primer tramo es el comprendido entre La Florida hasta el cruce con la TF-24 en El Portillo, pasando por varios núcleos poblacionales importantes como Aguamansa y permite el acceso a La Orotava. El trazado es muy sinuoso, de curvas cerradas y pendientes leves, con un carril por sentido de 2,5 metros de ancho. El segundo tramo se extiende desde el cruce con la TF-24 hasta la intersección con la TF-38, atravesando el Parque Nacional del Teide. La vía presenta mejores condiciones, con un carril por sentido, pero de 3 metros de ancho cada uno y sin grandes curvas ni pendientes. De la misma manera, con el cruce con la TF-38, la TF-21 desciende en altitud por la Carretera General Vilaflor hasta llegar al núcleo del mismo nombre. Con un trazado sinuoso y elevadas pendientes, se dispone también en forma de un carril de 3 metros de ancho por sentido.

2.7.3.3.3 La TF-38

La TF-38 o carretera Boca Tauce inicia su recorrido en el cruce de Las Cañadas del Teide de la TF-21 y se conecta con la Autopista del Sur (TF-1) en el municipio de Guía de Isora. El trazado prácticamente es rectilíneo, con algunas curvas de radio abierto y un carril por sentido de 3,5 metros de ancho.

2.7.3.3.4 TF-523

La TF-523 o la Carretera de Arafo es otra de las opciones para acceder al Área Metropolitana desde El Teide. Comenzando en el cruce con la TF-24



en el km 23, desciende en altitud dando acceso al núcleo de Arafo hasta alcanzar la Autopista del Sur (TF-1). El trazado es bastante sinuoso, con numerosas curvas cerradas y elevadas pendientes. Presenta un carril por sentido de 3,5 metros de ancho.

2.7.4 Volúmenes de tráfico y problemas de funcionalidad en las vías principales

La infraestructura viaria de la isla de Tenerife, a pesar de su amplio desarrollo, presenta en la actualidad grandes problemas de funcionalidad y de saturación de las carreteras por los elevados volúmenes de tráfico. La escasa funcionalidad de la red se debe al incremento constante de la demanda, que unido a los grandes movimientos de la población de otros municipios hacia el Área Metropolitana o desde aquí hacia el Norte o Sur de la isla, sobre todo en determinadas horas del día, provocan que las vías sean incapaces de absorber todo el tráfico que circula por la misma.

Los principales problemas que se pueden identificar son las grandes retenciones en la Autopista Norte (TF-5) a la altura del Padre Anchieta y posterior a este punto hacia Santa Cruz; las congestiones en la Autopista del Sur (TF-1) en la conexión con el Enlace de Santa María del Mar-Las Chumberas y en esta vía a la altura de Taco/Tíncer; las retenciones en la Autovía de San Andrés y las de los accesos hacia el Norte del Área Metropolitana en la carretera a Tegueste.

En este sentido, la Autopista del Norte a su paso por el Enlace de Padre Anchieta que da acceso al Campus Anchieta de la Universidad de La Laguna

y al centro de La Laguna a través de la Avenida de La Trinidad, soporta una intensidad media diaria de 82.000 vehículos, de los cuales el 42,5% se dirige en sentido procedente desde Puerto de la Cruz hacia Santa Cruz. Incluso entre Tacoronte y la capital tinerfeña se alcanzan los 50.000 vehículos por día, y entre los 5.000 y 10.000 entre Los Realejos e Icod de los Vinos (PEIN, 2018). La hora punta de tráfico es significativa entre las 7:00 y 8:30 de la mañana en días laborales, por lo que la afluencia de vehículos que se dirigen hacia La Laguna y Santa Cruz desde el Norte de la isla viene determinado con motivos de acudir a los lugares de trabajo. Ello supone que los tiempos de desplazamiento desde el Aeropuerto Norte hasta la capital sea, en algunos casos, superior a una hora.

Además, entre La Laguna y Santa Cruz el flujo diario supera los 100.000 vehículos, incluso rebasando este valor hasta los 128.000 en el tramo que se extiende desde la TF-2 y la Vía de Ronda. El flujo de vehículos es constante en ambos sentidos, si bien se producen ligeros aumentos hacia la entrada a Santa Cruz a primera y última hora de la mañana, mientras que, en sentido contrario, hay mayor tráfico a primera hora de la mañana y durante toda la tarde hasta las 21:00 horas.

Las retenciones en la Autopista del Sur en la conexión con el Enlace de Santa María del Mar-Las Chumberas (TF-2) se deben al paso de los vehículos procedentes del Sur de la isla que se dirigen hacia Santa Cruz y La Laguna. En este punto se registran unos 86.000 vehículos diarios, donde también a primera hora de la mañana y última de la tarde, hacen que se formen largas colas hacia el Área Metropolitana, siendo especialmente importantes en el ramal de incorporación desde la TF-1 hacia la TF-2. Las



congestiones en la TF-2, ya sea desde los accesos por la TF-1 y la TF-5, como de la salida hacia ellas, son causadas por la existencia de un solo carril.

De igual manera ocurre con la carretera TF-13 que va hacia Tegueste. La densidad del tráfico es elevada al ser la principal vía de comunicación de los núcleos poblacionales de Tegueste y de Punta del Hidalgo hasta Valle Guerra al Área Metropolitana y La Laguna. Las retenciones se producen durante primera hora de la mañana y última de la tarde al solo existir un carril de acceso.

Por otro lado, los problemas de tráfico en la TF-11 o Autovía de San Andrés son puntuales en el tiempo, dado que habitualmente se producen durante los fines de semana y días festivos. Al contrario de lo que sucede con las retenciones en las autopistas cuya movilidad de las personas está caracterizada por el trabajo, en este caso se debe al ocio y tiempo libre, puesto que la gente suele acudir en masa a la Playa de las Teresitas. Los mayores atascos se producen entre las 19:00 y 21:00 cuando la gente regresa a sus hogares.

2.7.5 Los accesos a los Aeropuertos y Puertos de la isla

El único acceso que cuenta en la actualidad el Aeropuerto de los Rodeos es a partir de la TF-5, de ahí que exista una buena conectividad con el Norte de la isla y el Área Metropolitana. Sin embargo, las personas que tienen como destino el Aeropuerto y que proceden del Sur tienen que discurrir por la TF-2 y TF-5, que soportan diariamente altas intensidades de tráfico. Esta situación es similar en el Aeropuerto de Tenerife Sur, que, aunque

presenta una buena conectividad con la Autopista del Sur (TF-1) y da cobertura a todas las poblaciones de esta zona de la isla, los turistas y habitantes situados en el Norte que tengan que hacer uso de este Aeropuerto, tendrán que recorrer la TF-5 y TF-2 para llegar a su destino.

Por otro lado, la entrada y salida de pasajeros y vehículos en el Puerto de Santa Cruz presenta algunos problemas de baja accesibilidad. Así, el acceso al Puerto al estar compartido con el uso de la red viaria urbana de la ciudad y del tráfico que circula por Santa Cruz hacia San Andrés genera mayores retenciones. Esto sucede también en el Puerto de Los Cristianos donde el acceso al muelle se dificulta al adentrarse dentro del núcleo urbano con un carril por sentido.

2.7.6 La infraestructura viaria durante la emergencia volcánica

La red viaria es un recurso básico en situaciones de emergencia puesto que permite la distribución de personas y medios hacia otros lugares de la isla (PEIN, 2018). Como se ha señalado, este Plan de Actuación Volcánica centra sus objetivos en la planificación de las rutas de evacuación y de provisión de medios y recursos, por lo que la infraestructura viaria constituye uno de los elementos claves por el cual van a desarrollarse la mayoría de las respuestas durante la emergencia volcánica. Los distintos problemas identificados como el incremento del parque móvil, las malas características viarias de algunos ejes principales, el déficit de alternativas a ellas, los problemas de tráfico y congestión de las vías que pueden repercutir en otras infraestructuras importantes como la portuaria y



aeroportuaria, implican grandes desafíos en la planificación, tanto en la evacuación preventiva llevada a cabo por las autoridades civiles como de la autoevacuación.

El elevado número de vehículos que existen en los distintos municipios que pudieran ser afectados por una erupción volcánica debe ser considerado planteando que durante la evacuación preventiva y la autoevacuación, las vías principales como las autopistas (TF-1 y TF-5) y las carreteras generales (TF-28 y TF-152) posiblemente no sean capaces de absorber todo el tráfico si los tiempos de respuesta son cortos, a la vez que la movilización de los equipos de emergencias y logística se verán obstaculizados. Todo ello, cuando la principal forma de acceder al Sur de la isla desde el Norte y viceversa es a través de las autopistas, si bien existen otras alternativas por el Parque Nacional del Teide o el Anillo Insular, estas no son las opciones más viables dependiendo de la localización del centro eruptivo y por las características del viario. No obstante, durante todo este proceso deberán determinarse, además, aparte de la localización de los albergues, los lugares de recolocación del parque móvil.

En la provisión de medios y recursos urgentes que se requieran en esta situación de crisis de procedencia externa para el correcto desarrollo de las labores de evacuación y mantenimiento de los servicios esenciales, serán los sistemas portuarios los que deberán coordinarse totalmente con el tráfico y las condiciones del sistema viario, ante la posible limitación o paralización de la actividad aérea por la emisión de cenizas volcánicas durante la erupción. Por tanto, los Puertos principales de Santa Cruz de Tenerife y el de Los Cristianos, así como los gestionados por Puertos

Canarios serán los encargados de dar soporte logístico a la isla, al igual que permitirán la salida de los residentes y de los turistas en la medida que sea posible y según la gravedad de la emergencia. En este sentido, según las características de los accesos viarios y los volúmenes de tráfico que pueden recoger es necesario conocer las interferencias que puedan influir de manera negativa en la respuesta a la emergencia, como por ejemplo la incorporación del tráfico urbano de la ciudad de Santa Cruz en la Avenida de Anaga que pueden causar graves impedimentos en el Puerto de Santa Cruz, o ya fuera de la capital, en los puntos habituales de las dos autopistas donde se producen retenciones; o en los accesos al Puerto de Los Cristianos que también se adentra en la trama urbana.

2.7.7 Infraestructuras portuarias

La isla de Tenerife cuenta con una red portuaria repartida por todo su perímetro litoral y que se pueden clasificar según su titularidad y su importancia dentro de la propia red (

Figura 40). La infraestructura portuaria de primer orden está compuesta por 3 puertos principales (Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos y Puerto de Granadilla) de titularidad estatal; mientras que la red de segundo orden está formada principalmente por 9 puertos de titularidad autonómica. Por su parte, los puertos relacionados con la actividad náutica-deportiva está conformada por 7 instalaciones gestionadas también por Puertos Canarios, pero en régimen de concesión.



Figura 40. Localización de los puertos de primer y segundo orden y puertos concesionados en Tenerife



Fuente: IGN, 2018

2.7.7.1 Localización y características de los puertos marítimos de primer y segundo orden

Al igual que sucede en la red viaria insular, este Plan de Actuación requiere del conocimiento de la localización y de las características que presentan los distintos puertos de Tenerife con la finalidad de recabar la mayor información detallada posible para una óptima planificación, por un lado,

en la provisión de medios y recursos externos, y por otro, para elaborar un protocolo de actuación basado en la evacuación hacia otras islas o entre municipios ante posibles fallos del sistema viario (PEIN, 2018) durante la crisis volcánica. En este sentido, se describirán algunas características que puedan ser de utilidad frente a una erupción volcánica.

2.7.7.1.1 Puertos de primer orden

Entre los principales puertos de **primer orden** que se encuentran en la isla son el Puerto de Santa Cruz de Tenerife, el Puerto de Los Cristianos y el Puerto industrial de Granadilla.

2.7.7.1.1.1 El Puerto de Santa Cruz de Tenerife

Se sitúa en la capital de la isla y ha propiciado desde su construcción el desarrollo económico y la expansión de la propia ciudad. Su función principal es la canalización del tráfico de mercancías para el abastecimiento insular, aunque en los últimos años ha incrementado su función turística, siendo el destino de numerosos cruceros internacionales durante todo el año. Además, es la infraestructura portuaria de mayor superficie con un total 605 hectáreas, repartidas entre el Antepuerto (167 ha.), las Dársenas comerciales (142 ha.), las Dársenas pesqueras (18 ha.) y el resto (278 ha.) (Puertos de Tenerife, 2008; PEIN, 2018). Por otro lado, según el régimen de vientos, los flujos reinantes (más frecuente) proceden del noreste (NE), mientras que los vientos dominantes (más intensos) son de componente suroeste (SW). Este Puerto está distribuido en 5 Dársenas (Los Llanos, Anaga, del Este, y de Pesca) y el Muelle de La Hondura (Tabla 16).

Tabla 16. Características técnicas del Puerto de Santa Cruz de Tenerife

PUERTO DE SANTA CRUZ DE TENERIFE		2.1.5.1.3. CANAL DE ENTRADA: DÁRSENA DEL ESTE	
2.1.1. SITUACIÓN		Orientación	
Longitud	16°14'	Ancho (m)	110 m
Latitud	28°29'	Longitud (m)	1.500 m
2.1.2. RÉGIMEN DE VIENTOS		Calado en B.M.V.E. (m)	
Reinante	NE	50 m	
Dominante	S.O.	Naturaleza del fondo	
2.1.3. RÉGIMEN DE TEMPORALES EN AGUAS PROFUNDAS O TEMPORALES TEÓRICOS		rocoso	
Máximo nivel registrado por el mareógrafo	3,05	2.1.5.1.4. CANAL DE ENTRADA: DÁRSENA DE PESCA	
Mínimo nivel registrado por el mareógrafo	-0,03	Orientación	
2.1.4. MAREAS		SO	
Máxima carrera de marea (m)	2,86	Ancho (m)	100 m
Cota de la B.M.V.E., respecto al cero del puerto (m)	-0,19	Longitud (m)	2.500 m
Cota de la P.M.V.E., respecto al cero del puerto (m)	3,47	Calado en B.M.V.E. (m)	46 m
2.1.5 ENTRADA		Calado en B.M.V.E. (m)	
2.1.5.1. CANAL DE ENTRADA		40 m	
2.1.5.1.1. CANAL DE ENTRADA: DÁRSENA DE LOS LLANOS		Naturaleza del fondo	
Orientación		rocoso	
Ancho (m)		100 m	
Longitud (m)		2.500 m	
Calado en B.M.V.E. (m)		90 m	
Naturaleza del fondo		rocoso	
2.1.5.1.2. CANAL DE ENTRADA: DÁRSENA DE ANAGA		2.1.5.2.1. BOCA DE ENTRADA: DÁRSENA DE LOS LLANOS	
Orientación		SO	
Ancho (m)		150 m	
Longitud (m)		45 m	
Calado en B.M.V.E. (m)		Máxima corriente controlada (nudos)	
120 m		2,70 nudos	
Naturaleza del fondo		rocoso	
2.1.5.1.3. CANAL DE ENTRADA: DÁRSENA DE ANAGA		2.1.5.2.2. BOCA DE ENTRADA: DÁRSENA DE ANAGA	
Orientación		NE	
Ancho (m)		675 m	
Longitud (m)		55 m	
Calado en B.M.V.E. (m)		Máxima corriente controlada (nudos)	
120 m		2,70 nudos	
Naturaleza del fondo		rocoso	
2.1.5.1.4. CANAL DE ENTRADA: DÁRSENA DE PESCA		2.1.5.2.3. BOCA DE ENTRADA: DÁRSENA DEL ESTE	
Orientación		SO	
Ancho (m)		150 m	
Longitud (m)		46 m	
Calado en B.M.V.E. (m)		Máxima corriente controlada (nudos)	
6 m		2,70 nudos	
Naturaleza del fondo		rocoso	
2.1.5.1.5. BOCA DE ENTRADA: DÁRSENA DE PESCA		2.1.5.2.4. BOCA DE ENTRADA: DÁRSENA DE PESCA	
Orientación		SO	
Ancho (m)		127 m	
Longitud (m)		6 m	
Calado en B.M.V.E. (m)		Máxima corriente controlada (nudos)	
120 m		2,70 nudos	
Naturaleza del fondo		rocoso	

Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, 2016

2.7.7.1.1.2 El Puerto de Los Cristianos

Se localiza en el municipio de Arona y es el primer puerto de la isla que moviliza el mayor tráfico de pasajeros en línea regular y que tiene ampliamente desarrollada la actividad turística. Presenta una extensión de 33 hectáreas sin antepuerto distribuidas entre la dársena comercial (24,7 ha.), la dársena pesquera (1,5 ha.) y el resto (6,8 ha.) (Puertos de Tenerife, 2008). Está afectado por vientos reinantes (más frecuentes) de componente noroeste (NW) y vientos dominantes (más intensos) de componente sureste (SE) (Tabla 17).

Tabla 17. Características técnicas del Puerto de Los Cristianos

PUERTO DE LOS CRISTIANOS	
2.1.1. SITUACIÓN	
Longitud	16°43'
Latitud	28°03'
2.1.2. RÉGIMEN DE VIENTOS	
Reinante	N.O
Dominante	S.E
2.1.3. RÉGIMEN DE TEMPORALES EN AGUAS PROFUNDAS O TEMPORALES TEÓRICOS	
Máximo nivel registrado por el mareógrafo	
Mínimo nivel registrado por el mareógrafo	
2.1.4. MAREAS	
Máxima carrera de marea (m)	
Cota de la B.M.V.E., respecto al cero del puerto (m)	
Cota de la P.M.V.E., respecto al cero del puerto (m)	
2.1.5 ENTRADA	
2.1.5.1. CANAL DE ENTRADA	
Orientación	S.E.
Ancho (m)	200 m.
Longitud (m)	2.500 m.
Calado en B.M.V.E. (m)	20 m.
Naturaleza del fondo	Arena
2.1.5.2. BOCA DE ENTRADA	
Orientación	S.E.
Ancho (m)	300 m.
Calado en B.M.V.E. (m)	10 m.
Máxima corriente controlada (nudos)	1 nudo

Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, 2016

2.7.7.1.1.3 Puerto de Granadilla

De reciente construcción, entró en funcionamiento en noviembre de 2017. Se sitúa frente al litoral del Polígono Industrial de Granadilla y ocupa una superficie de prácticamente 800.000 m², quedando protegido por un dique-muelle exterior de 1.977 metros de longitud. El Muelle de Ribera tiene una longitud de 132, metros y su calado es de 16 metros (Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, 2016).

2.7.7.1.2 Puertos de segundo orden

Entre los puertos de **segundo orden** que se encuentran gestionados por Puertos Canarios, se pueden diferenciar 3 puertos de interés general; 6 instalaciones portuarias, refugios y diques de abrigo; y 7 puertos deportivos explotados en régimen de concesión.

2.7.7.1.2.1 De interés general

Está conformada por los puertos de Puerto de la Cruz, Garachico y Playa de San Juan. Al final se señala un cuadro resumen con las características estructurales y superficie disponible en tierra y mar (Tabla 18).

Tabla 18. Características técnicas de los puertos de interés general de segundo orden

Puerto	Dique (m)	Contra-dique (m)	Línea de atraque	Longitud línea de atraque (m)	Área en mar (m ²)	Área en tierra (m ²)	Sup. Varadero	Parking
Puerto de La Cruz	140	70,0	1	218	17.715	15623,92	1.669	No
Puerto de Garachico	650	80,0	1	80	47000	97296,75	1.648	> 200 veh.
Puerto de Playa San Juan	238	120,0	1	254,4	20.000	10.600	3.007	No

Fuente: Puertos Canarios, 2018

2.7.7.1.2.1.1 Puerto de la Cruz

Está situado en el municipio del mismo nombre cuya función principal es fundamentalmente pesquera y recreativa. En este muelle solo es posible la entrada de embarcaciones de pequeño porte que en su mayoría permanecen varadas o fondeadas al abrigo del dique y del contradique.

2.7.7.1.2.1.2 Puerto de Garachico

Localizado en la vertiente norte de la isla en el municipio de Garachico, este puerto está expuesto a los oleajes procedentes del arco de direcciones de WNN-ENE. En temporadas de componente norte (principalmente en invierno) el acceso al puerto es torna extremadamente problemática, aunque una vez dentro, el grado de abrigo es suficiente y con niveles de agitación relativamente bajos. Además, posee una zona de parking de más de 200 plazas.

2.7.7.1.2.1.3 Puerto de Playa de San Juan

Se sitúa en el municipio de Guía de Isora y está abierto de los oleajes procedentes del tercer y cuarto cuadrante. Solo está protegido por el dique principal por lo que los oleajes del tercer cuadrante pueden entrar con energía elevada en la dársena. La boca de entrada está abierta al sureste (SE) y se puede acceder sin dificultad a la dársena de cancha, aunque limitada por las embarcaciones fondeadas.

2.7.7.1.2.2 Instalaciones portuarias

Del total, 6 de ellas se localizan en la vertiente Sur de Tenerife y una en la Norte. En el Sur comprenden los puertos de Candelaria, Los Abrigos, El

Médano, Tajao, Puertito de Güímar, mientras que en el Norte se ubica el puerto de San Marcos.

2.7.7.1.2.3 Puertos deportivos

Lo forman el C.N de Güímar, La Galera, Las Galletas, Amarilla Golf, Marina de Los Gigantes, Radazul y Colón. De media contienen aproximadamente 240 atraques, siendo los puertos de Amarilla Golf, Colón y Marina de Los Gigantes los que mayor número presentan (279,362 y 355 atraques respectivamente) (Tabla 19). En la siguiente tabla se detalla el número de atraques de los puertos deportivos:

Tabla 19. Número de atraques de los deportivos concesionados

Puertos deportivos concesionados	Atraques
C.N. de Güímar	150
La Galera	173
Las Galletas	176
Amarilla Golf	279
Marina de Los Gigantes	362
Radazul	202
Colón	355

Fuente: Puertos Canarios, 2018

2.7.7.2 Infraestructuras portuarias previstas

Por último, existen en la isla dos infraestructuras previstas o en curso de ejecución, que se corresponden al futuro Puerto de Fonsalía y la ampliación del Puerto pesquero y deportivo del Puerto de la Cruz.

2.7.7.3 Tráfico de pasaje y de vehículos en los puertos principales

Entre los puertos principales, el Puerto de Santa Cruz de Tenerife concentra el tráfico de cruceros y ferries que conectan principalmente con Gran Canaria y la Península, mientras que el Puerto de Los Cristianos se caracteriza por la movilización del tráfico de pasajeros entre La Gomera, El Hierro y La Palma. Ambos puertos han experimentado un incremento paulatino de su actividad en cuanto al movimiento de pasajeros y de vehículos se refiere. En este sentido, se han registrado en la actualidad más de 3 millones de visitantes en línea regular frente a los 2,6 millones que se alcanzaron en el año 1998 (Tabla 20) (ISTAC, 2017).

El Puerto de Los Cristianos reúne el mayor porcentaje de pasajeros en línea regular (55,6%), lo que evidencia su principal función turística (Tabla 20). No obstante, el Puerto de Santa Cruz desarrolla también esta actividad, aunque en menor medida (44,4%), si bien se diferencia notablemente del Puerto de Los Cristianos situándose a la cabeza en el número de personas recibidas procedentes de los cruceros (99,9%). Por otro lado, el tráfico de vehículos en régimen de pasaje es similar en ambos puertos, 54% en el Puerto de Santa Cruz y 46% en Los Cristianos (ISTAC, 2017).

En los Puertos de titularidad autonómica, el tráfico de pasajeros es destacable en el Puerto de Playa San Juan, recibiendo 1565 personas y en el Puerto de Puerto de la Cruz con unos 1000 visitantes (ISTAC, 2017).

Tabla 20. Valores absolutos y porcentuales del tráfico marítimo en los Puertos principales de Tenerife (2017 y 1998)

	2017		1998	
	Puerto de Santa Cruz de Tenerife	Puerto de Los Cristianos	Puerto de Santa Cruz de Tenerife	Puerto de Los Cristianos
Pasajeros en línea regular	1.461.603	1.831.471	1.078.576	1.568.994
Pasajeros de crucero	610.311	840	131.602	1.499
Vehículos en régimen de pasaje	461.853	392.697	136.031	189.035
Total Tenerife Pasajeros en línea regular	3.293.074		2.647.570	
% Tenerife Pasajeros en línea regular	44,4	55,6	40,7	59,3
Total Tenerife Pasajeros de crucero	611.151		133.101	
% Tenerife Pasajeros de crucero	99,9	0,1	98,9	1,1
Total Tenerife veh. en régimen de pasaje	854.550		325.066	
% Tenerife veh. en régimen de pasaje	54,0	46,0	41,8	58,2

Fuente: ISTAC, 2017

2.7.7.4 La infraestructura portuaria durante la emergencia volcánica

El sistema portuario insular coordinado con la red viaria de Tenerife, quedará adscrito dentro de este Plan de Actuación en forma de infraestructura básica para la recepción, acopio y organización logística directa de recursos externos y como vía preferencial para la evacuación masiva de los afectados durante la emergencia volcánica (PEIN, 2018). Su papel será aún más esencial cuando la actividad de los dos aeropuertos de la isla quede inoperativa o limitada por la caída de cenizas volcánicas, si bien en todo momento deberán operar conjunta y coordinadamente entre ellos.

Tabla 21. Valores absolutos del tráfico marítimo en los puertos de titularidad autonómica (2017)

	2017		
	Puerto de Puerto de La Cruz	Puerto de Garachico	Puerto de Playa San Juan
Pasajeros	1.007	68	1.565

Fuentes: ISTAC, 2017

La amplia distribución de los puertos de Tenerife por el perímetro litoral, independientemente de su importancia, permiten la planificación de rutas alternativas de aprovisionamiento y/o evacuación hasta los centros de concentración ante fallos en los sistemas de comunicación vial o hacia otras islas si la gravedad de la emergencia volcánica lo estima. No



obstante, todo ello dependerá en detalle de las características técnicas de los puertos, es decir, por los calados máximos y mínimos, y batimetrías, esloras máximas de atraque, número de amarres, superficie de tinglados, capacidad máxima de operación de las instalaciones de carga y descarga, etc. Asimismo, se deberán considerar los accesos y salidas de los puertos a través de las carreteras y las intensidades de tráfico que soportan para mayor eficiencia y eficacia en la actividad situacional de los puertos durante la crisis.

2.7.7.4.1 Características físicas de los puertos principales durante la emergencia volcánica

Asumiendo la posibilidad de que los puertos puedan integrarse dentro de este Plan de Actuación a través de los protocolos que se requieran para dar respuesta a la emergencia volcánica, se señalan en la Tabla 16 y Tabla 17 algunos de los datos de interés sobre la capacidad y envergadura de los Puertos de Santa Cruz de Tenerife y de Los Cristianos.

2.7.7.4.2 Compañías marítimas

Los Puertos están operados por distintas Agencias Consignatarias y Navieras que pueden ser susceptibles de participar y colaborar dentro de este Plan de Actuación durante la emergencia volcánica (Tabla 22).

Tabla 22. Agencias consignatarias y Navieras que operan en los Puertos de Tenerife

Entidad	Puertos en que consigna	Entidad	Puertos en que consigna	Entidad	Puertos en que consigna
A. PÉREZ Y CÍA, S.L.	Todos	GIBUNCO SHIP AGENCY, S.L.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	M.H. BLAND, S.L.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla
ALFASHIP SHIPPING AGENCY, S.L.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	GRUPO STIER XXI, S.L.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	MILLER Y CÍA., S.A.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla
ALFASHIP SHIPPING AGENCY SANTA CRUZ DE TENERIFE, S.L.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	HAMILTON Y CÍA. S.A.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla y de La Palma	NAVIERA ARMAS, S.A.	Todos
ALISIOS SHIPPING LINES, S.A.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	INCARGO, S.L.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	NEXT MARITIME, S.L.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla
BERGÉ MARÍTIMA, S.L.	SC de Tenerife; SC de La Palma, La Gomera, Los Cristianos, Granadilla	INTERCRUISES SHORESHIDE & PORT SERVICES, S.L.U.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	SOLUCIONES INTEGRALES MARÍTIMAS, S.L.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla
CANARSHIP, S.L.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	J.A. AROCHA, S.L.U.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	TENERIFE OFFSHORE & SHIPPING AGENCY, S.L.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla
CONSIGNACIONES HONSURESTE S.L.	Todos	LA LUZ MARKET, S.L.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	VAPORES SUARDÍAZ SUR-ATLÁNTICO, S.L.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla
CONTENERFRUT, S.A.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	MACANDREWS	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	VIKING STAR - KUEHNE & NAGEL, S.A.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos,

Entidad	Puertos en que consigna	Entidad	Puertos en que consigna	Entidad	Puertos en que consigna
					Granadilla
CONTENOSA, S.A.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	MARÍTIMA ALISEA, S.L.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	W.E.C. ESPAÑA S.L.U.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla
E. ERHARDT Y CÍA. S.A.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	MARÍTIMA DEL MEDITERRÁNEO, S.A.U.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla	WILHELMOSEN SHIPS SERVICE CANARIAS, S.A.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla
FRED.OLSEN, S.A.	Todos	MEDITERRANEAN SHIPPING CO. ESPAÑA, S.L.U.	Santa Cruz de Tenerife, Los Cristianos, Granadilla		

Fuente: Puertos de Tenerife

2.7.8 Infraestructura aeroportuaria

El desarrollo de la actividad turística en Canarias en las últimas décadas ha propiciado grandes movimientos de pasajeros en los dos aeropuertos y el incremento del número de vuelos interinsulares, nacionales e internacionales. En este contexto, ante una erupción volcánica en las islas la vulnerabilidad en la actividad aérea se acrecienta aún más por los efectos directos e indirectos que pueden producir la nube de cenizas y gases emitidos por el volcán en la red aeroportuaria y en las aeronaves, existiendo antecedentes históricos en época reciente de numerosos incidentes aéreos en otros lugares del planeta (Guffanti *et al.*, 2010; Pérez, 2010). Además de los daños estructurales en las aeronaves, hay que mencionar las cuantiosas pérdidas económicas que se generan a partir de la limitación o paralización de la operatividad de los aeropuertos y de la cancelación de los vuelos, que pueden afectar gravemente a las economías locales, regionales y globales (GAR, 2015). En este sentido, la erupción del volcán de Islandia en 2010 supuso el evento que mayores consecuencias económicas ha causado al sector aéreo en Europa, con más de 95.000 vuelos cancelados y pérdidas entre 1.500 y 2.500 millones de euros tan solo una semana después (Pérez, 2010). Las pérdidas económicas globales ascendieron a más de 1.700 millones de dólares americanos en el sector de la aviación y se estima que alcanzaron un total de 5.000 millones de dólares considerando las repercusiones en los negocios internacionales y las cadenas de suministro (GAR, 2015). La paralización del tráfico aéreo llegó a afectar también a Canarias.

En Tenerife la infraestructura aeroportuaria está compuesta por dos aeropuertos gestionados por AENA y los distintos helipuertos, helisuperficies y helipuntos repartidos por la isla (Figura 41).

Figura 41. Localización de los aeropuertos y helipuertos en Tenerife



Fuente: IGN, 2018



2.7.9 Localización de los aeropuertos y helipuertos

Tenerife cuenta con dos aeropuertos de interés general y diferenciados entre sí según la tipología de los tráficos de pasajeros que concentra (PEIN, 2018). Son los siguientes:

2.7.9.1 El Aeropuerto de Tenerife Norte (Los Rodeos)

Este aeropuerto se sitúa en el Norte de la isla y da servicio a las poblaciones y municipios que allí se localizan y al Área Metropolitana, a través de la Autopista del Norte (TF-5). Además, se ubica dentro del municipio de La Laguna y se encuentra a apenas 10 km de Santa Cruz de Tenerife. Está destinado principalmente a los vuelos de carácter interinsular y nacional, si bien operan varios vuelos internacionales. En este sentido, alrededor del 45% de los vuelos son conexiones con Gran Canaria, Lanzarote, Fuerteventura, El Hierro y La Gomera. Asimismo, enlaza mediante el tráfico regular doméstico con otros aeropuertos de la península, siendo los destinos más importantes Madrid, con más de un millón de pasajeros, seguido de Barcelona, Sevilla y Bilbao (AENA, 2018). En general, cada año cerca de 4 millones de pasajeros utilizan ese aeropuerto (Turismo de Tenerife, 2018). Por último, el horario operativo del aeropuerto es de 7:00 a 23:00 horas (AENA, 2018).

2.7.9.2 El Aeropuerto de Tenerife Sur (Reina Sofía)

Fue inaugurado en 1978 y se localiza en el municipio de Granadilla de Abona. Da cobertura a un centenar de conexiones de carácter interinsular, nacional e internacional operado en sus instalaciones por más de 150 compañías aéreas (AENA, 2018). El tráfico es mayoritariamente

internacional, siendo Reino Unido y Alemania los países que representan más de la mitad del tráfico total. En cambio, Madrid y Barcelona concentran el tráfico de origen nacional. Cada año cerca de 9 millones de pasajeros hacen uso de este aeropuerto, que se sitúa, además, a escasos kilómetros de los núcleos turísticos más importantes de la isla, conectados a partir de la Autopista del Sur TF-1 (Turismo de Tenerife, 2018). El aeropuerto permanece operativo las 24 horas del día (AENA, 2018).

Por otro lado, las infraestructuras diseñadas para la operatividad con helicópteros se disponen en la isla en forma de una superficie específicamente adecuada para el aterrizaje en el Hospital General Universitario de Santa Cruz de Tenerife, 10 helisuperficies operativas y unos 645 helipuntos, donde los helicópteros pueden operar en situación estacionaria.

2.7.10 Volumen y características del tráfico aéreo y de pasajeros en los aeropuertos

Desde el año 1999 hasta la actualidad, el tráfico de pasajeros en ambos aeropuertos se ha incrementado en un 47,8%, registrándose algo más de 15,8 millones de visitantes en 2017 (Tabla 23). No obstante, este aumento es claramente notable en el Aeropuerto de Tenerife Norte cuyo porcentaje alcanza los 116,5%, mientras que en el Aeropuerto de Tenerife Sur el crecimiento en el número de pasajeros ha sido más constante (30,4%) (ISTAC, 2017). De igual manera, el tráfico de aviones también ha experimentado un incremento insular en torno al 35,2%, recibiendo un total de más de 120.000 aviones en 2017, siendo los valores más o menos

equitativos entre ambos aeropuertos, en comparación con los primeros años de comienzo de siglo.

Por otro lado, el análisis temporal del tráfico de pasajeros y aéreo se caracteriza por la inexistencia de una marcada estacionalidad (Figura 42).

Tabla 23. Aeropuertos de Tenerife (1999-2017). Nº de pasajeros

Años	Tenerife	Tenerife Norte	Tenerife Sur
2017	15.886.536	4.699.675	11.186.861
2016	14.597.984	4.213.298	10.384.686
2015	12.866.976	3.808.335	9.058.641
2014	12.681.092	3.628.817	9.052.275
2013	12.086.855	3.519.373	8.567.482
2012	12.094.416	3.713.452	8.380.964
2011	12.593.802	4.090.471	8.503.331
2010	11.229.834	4.045.288	7.184.546
2009	10.987.406	4.048.443	6.938.963
2008	12.273.624	4.229.832	8.043.792
2007	12.439.589	4.122.891	8.316.698
2006	12.498.244	3.983.283	8.514.961
2005	12.067.574	3.747.136	8.320.438
2004	11.741.433	3.365.579	8.375.854
2003	11.572.061	2.917.246	8.654.815
2002	11.262.843	2.484.879	8.777.964
2001	11.444.454	2.497.780	8.946.674
2000	11.102.326	2.395.638	8.706.688
1999	10.750.145	2.170.917	8.579.228

Fuente: ISTAC, 2017

Tabla 24. Aeropuertos de Tenerife (1999-2017). Nº de aviones

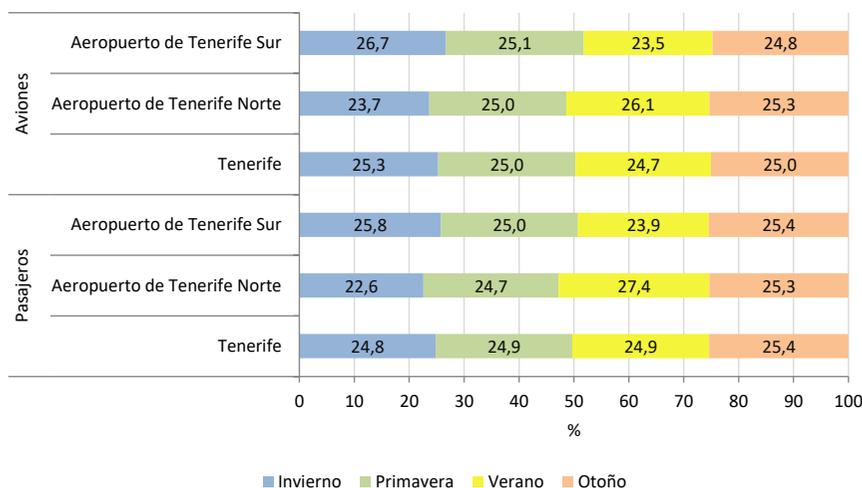
Años	Tenerife	Tenerife Norte	Tenerife Sur
2017	123.806	57.439	66.367
2016	113.483	51.530	61.953
2015	103.207	48.922	54.285
2014	104.138	48.170	55.968
2013	96.646	44.852	51.794
2012	102.266	50.657	51.609
2011	111.026	57.485	53.541
2010	102.603	56.018	46.585
2009	102.879	57.389	45.490
2008	116.312	61.617	54.695
2007	116.809	58.464	58.345
2006	116.286	57.837	58.449
2005	110.299	53.560	56.739
2004	105.480	49.194	56.286
2003	99.151	43.153	55.998
2002	92.575	35.196	57.379
2001	92.550	36.406	56.144
2000	92.826	36.371	56.455
1999	91.606	33.336	58.270

Fuente: ISTAC, 2017

En Tenerife, el número de pasajeros y de aviones se reparte en torno al 25% entre las cuatro estaciones del año. Sin embargo, entre los

aeropuertos existen diferencias estacionales, destacando así la mayor llegada de pasajeros y de aviones durante el verano en Tenerife Norte, mientras que Tenerife Sur, los valores más altos se encuentran durante el invierno, asociado prácticamente al turismo de sol y playa y a la cercanía del aeropuerto a los núcleos turísticos del Sur de la isla.

Figura 42. Distribución estacional (%) del número de pasajeros y aviones por Aeropuertos de Tenerife



Fuente: ISTAC, 2017

Asimismo, durante el periodo comprendido entre 1999 y 2017, el Aeropuerto de Tenerife Norte destaca el mayor porcentaje de tráfico de pasajeros nacionales (74,3%), mientras que el Aeropuerto de Tenerife Sur

se posiciona el primero en cuanto al tráfico de pasajeros internacional (98,8%) (Tabla 25).

Actualmente, el Aeropuerto de Tenerife cubre 32 rutas mientras que el Aeropuerto de Tenerife Sur conecta con 159 destinos (Figura 42).

Por último, es importante señalar, aparte de los vuelos con rutas de carácter nacional e internacional, los movimientos considerados como sobrevuelos, es decir, aquellos que no tienen origen ni destino en ningún aeropuerto de Canarias. Como se puede observar en la Figura 43, existe un importante flujo que atraviesa el archipiélago y que conecta Europa con América Latina. Según los datos de la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO), en 2016 estos flujos están comprendidos entre los 400 y 2100 movimientos por año (líneas amarillas y naranjas). Por otro lado, en 2017 el Centro de Control Aéreo de Canarias registró un total de 28.635 sobrevuelos (Canarias7, 2018).

Tabla 25. Nº de pasajeros nacionales e internacionales por Aeropuertos . Fuente: ISTAC, 2017

Años	Total			Nacional			Internacional		
	Tenerife	Aeropuerto de Tenerife Norte	Aeropuerto de Tenerife Sur	Tenerife	Aeropuerto de Tenerife Norte	Aeropuerto de Tenerife Sur	Tenerife	Aeropuerto de Tenerife Norte	Aeropuerto de Tenerife Sur
2017	15.886.536	4.699.675	11.186.861	5.566.804	4.649.045	917.759	10.319.732	50.630	10.269.102
2016	14.597.984	4.213.298	10.384.686	4.922.189	4.134.076	788.113	9.675.795	79.222	9.596.573
2015	12.866.976	3.808.335	9.058.641	4.424.349	3.747.115	677.234	8.442.627	61.220	8.381.407
2014	12.681.092	3.628.817	9.052.275	4.198.471	3.571.047	627.424	8.482.621	57.770	8.424.851
2013	12.086.855	3.519.373	8.567.482	4.150.740	3.463.687	687.053	7.936.115	55.686	7.880.429
2012	12.094.416	3.713.452	8.380.964	4.512.337	3.666.104	846.233	7.582.079	47.348	7.534.731
2011	12.593.802	4.090.471	8.503.331	5.047.842	4.040.056	1.007.786	7.545.960	50.415	7.495.545
2010	11.229.834	4.045.288	7.184.546	5.025.870	3.958.917	1.066.953	6.203.964	86.371	6.117.593
2009	10.987.406	4.048.443	6.938.963	5.046.950	3.939.479	1.107.471	5.940.456	108.964	5.831.492
2008	12.273.624	4.229.832	8.043.792	5.536.372	4.127.036	1.409.336	6.737.252	102.796	6.634.456
2007	12.439.589	4.122.891	8.316.698	5.594.172	3.939.563	1.654.609	6.845.417	183.328	6.662.089
2006	12.498.244	3.983.283	8.514.961	5.362.438	3.767.123	1.595.315	7.135.806	216.160	6.919.646
2005	12.067.574	3.747.136	8.320.438	5.157.133	3.556.302	1.600.831	6.910.441	190.834	6.719.607
2004	11.741.433	3.365.579	8.375.854	4.799.170	3.199.627	1.599.543	6.942.263	165.952	6.776.311
2003	11.572.061	2.917.246	8.654.815	4.396.068	2.798.186	1.597.882	7.175.993	119.060	7.056.933
2002	11.262.843	2.484.879	8.777.964	3.943.858	2.441.714	1.502.144	7.318.985	43.165	7.275.820
2001	11.444.454	2.497.780	8.946.674	3.822.824	2.454.905	1.367.919	7.621.630	42.875	7.578.755
2000	11.102.326	2.395.638	8.706.688	3.762.157	2.358.181	1.403.976	7.340.169	37.457	7.302.712
1999	10.750.145	2.170.917	8.579.228	3.537.693	2.135.431	1.402.262	7.212.452	35.486	7.176.966

Figura 43. Destinos interinsulares, nacionales e internacionales de los Aeropuertos de Tenerife



Fuente: Openflights.org, 2018

Figura 44. Mapa de flujos de tráfico aéreo mundial 2016



Fuente: Organización de Aviación Civil Internacional, 2018

2.7.11 Los aeropuertos y las aeronaves durante la emergencia volcánica

La infraestructura aeroportuaria es extremadamente sensible y vulnerable ante los efectos de las cenizas y de los gases, dado que pueden condicionar la seguridad del vuelo y la integridad física de los pasajeros. Por ello, aunque la gestión de la amenaza volcánica en la actividad aérea recaiga en Aeropuertos Españoles y Navegación (AENA), la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), Gestor de Navegación Aérea de España (ENAIRES) y en las distintas aerolíneas que operan en Tenerife, su inclusión en el Plan de Actuación remite a la importancia de los aeropuertos como infraestructuras básicas para la recepción de logística y ayuda externa y

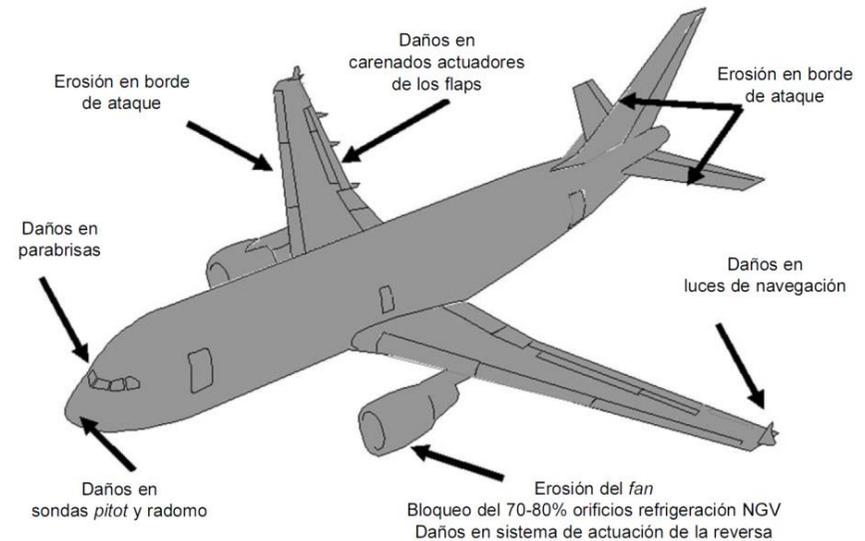
centros de evacuación durante la situación de una crisis volcánica en Tenerife, cuya funcionalidad puede verse comprometida (PEIN, 2018).

Los principales efectos directos en las aeronaves cuando atraviesan una nube de cenizas volcánicas abarcan desde la reducción de la visibilidad hasta un ligero deterioro en las prestaciones de los motores que, en el peor de los casos, han llegado a provocar el apagado simultáneo de todos ellos, logrando posteriormente su reencendido. Las partículas de cenizas pueden erosionar con facilidad las piezas metálicas de la estructura del avión y del cristal del parabrisas, las luces estroboscópicas y las antenas de comunicaciones y sistemas de navegación. Por su parte, los daños más graves se producen en los motores debido tamaño reducido de las cenizas que se introducen con facilidad dentro de ellos, y al hecho de que las cenizas tienen un punto de fusión por debajo de las temperaturas de funcionamiento de los motores. La fusión de las cenizas con los álabes de las toberas de alta presión y con las palas de las turbinas genera la sobrecarga del motor, que por sí solo puede llevar a la pérdida inmediata del empuje e incluso al apagado del motor. Además, su efecto abrasivo causan la erosión en el paso del rotor del compresor y en los extremos de las palas del rotor provocando la disminución del rendimiento de las turbinas de alta presión y del empuje de los motores (Figura 45).

El elevado peso de las cenizas volcánicas también constituye otro de los problemas a tener en cuenta en los aeropuertos. La deposición de las cenizas sobre el techo de los aviones, hangares, terminales o sistemas eléctricos del aeropuerto puede ser significativa, sobre todo si llegan a

absorber gran cantidad de agua si llueve, alcanzando densidades de hasta 1.400 kg/m^3 o más (Vega, 2015).

Figura 45. Efectos de las cenizas volcánicas en el avión



Fuente: extraído de Pérez (2010)

No obstante, a corto y a largo plazo se pueden producir otros daños debido a la combinación del dióxido de azufre (SO_2) emitido por el volcán con las partículas de agua en suspensión en la atmósfera lo que da lugar a ácido sulfúrico, que se caracteriza por su estabilidad y permanencia en las capas superiores de la atmósfera. Por tanto, la precipitación de lluvia ácida causa la corrosión de todas las infraestructuras aeroportuarias y de los



componentes de los motores de las aeronaves, así como del fuselaje y las ventanillas del avión (Pérez, 2010; Vega, 2015).

Por otro lado, las erupciones volcánicas que afectan a los aeropuertos no necesariamente tienen que ser explosivas, es decir con Índices de Explosividad (VEI) de 6 y 7. Las aeronaves pueden también ser dañadas por erupciones pequeñas de VEI 2, siendo las de VEI 3 las responsables de casi la mitad de los efectos dañinos entre 1953 y 2009 (Guffanti *et al.*, 2010). Incluso, la erupción del volcán de Islandia en 2010 que fue modesta en cuanto a intensidad se refiere, las pérdidas económicas globales ascendieron alrededor de 1.700 millones de dólares americanos sólo en el sector de la aviación (GAR, 2015)

A nivel internacional, existe un Plan de Contingencia ante Cenizas Volcánicas de la ICAO (2016) para la región europea y el Atlántico Norte. En él se ha dividido la respuesta ante un evento volcánico que afecta el tráfico aéreo en 4 fases (etapa pre-eruptiva, fase de inicio de la erupción, durante la erupción y fase de recuperación) y se desarrollan las acciones y recomendaciones a llevar a cabo en cada una de ellas. En España se cuenta también con un Protocolo de Actuación denominado Plan de Contingencia Aeronáutica ante Cenizas Volcánicas elaborado por AESA y el Ministerio de Fomento, donde se establecen las actuaciones y las respuestas en las fases de pre-alerta, alerta, reactiva y proactiva tanto en caso de volcanes situados en España como fuera del país.

2.7.11.1 Datos operacionales de los aeropuertos durante la emergencia volcánica

El Aeropuerto de Tenerife Norte tiene una capacidad total en pista de 30 vuelos, distribuidas en 15 llegadas y 17 salidas. Asimismo, presenta 19 puestos de estacionamientos para la aviación comercial. Por el contrario, el Aeropuerto de Tenerife Sur es capaz de gestionar en pista un total de 33 vuelos, en 21 llegadas y 21 salidas. Cuenta además con 44 puestos de estacionamientos para la aviación comercial, lo que supone más del doble que en Tenerife Norte (AENA, 2017)

Tabla 26. TF Norte. Número de plazas según modelo de aeronave y aeropuerto

Plazas	Modelo de la aeronave	Total puestos
1	A320	19
1	B737-300	
4	B737-800	
4	ATR-72	
1	B757-300	
3	B767-300	
3	CRJ-900	
2	B747-400	
2	Helicópteros	
6	Aviación general	6

Fuente: AENA, 2017

Tabla 27. TF Sur. Número de plazas según modelo de aeronave y aeropuerto

Plazas	Modelo de la aeronave	Total puestos
2	A340-300	44
1	A340-600	
2	B727-200	
13	B737-800	
5	B747-400	
5	B757-200	
14	B767-300	
2	MD-11	
8	Aviación general	

Fuente: AENA, 2017

2.7.11.2 Compañías aéreas

Las distintas Compañías Aéreas que pueden ser afectadas por una erupción volcánica en Tenerife y/o pudieran ser susceptibles de participar y colaborar dentro de este Plan de Actuación durante la emergencia volcánica, ya sea en las tareas de provisión de logística como en la evacuación.

Tabla 28. Compañías aéreas que operan en el Aeropuerto de Tenerife Norte

Compañías TF-N
Adria Airways
Air Europa
Air Nostrum
Alba Star
Binter Canarias
Bulgaria Air
Canaryfly
Iberia Express
Iberia
Luxair
Neos
Norwegian Air
Plus Ultra
Primera Air
Privilege Style
Royal Air Maroc
Ryanair
Vueling Airlines

Fuente: AENA, 2018

Tabla 29. Compañías aéreas que operan en el Aeropuerto de Tenerife Sur

Compañías TF-S		
Aer Lingus	Germania	SmartLynx
Aeroflot	Iberia Express	SmartWings
Air Europa	Iberia	Sundair
Alba Star	Icelandair	S7 Airlines
ASL Airlines France	Jet Time	Tarom
Austrian Airlines	Jet2.com	Thomas Cook Airlines
Belavia	Laudamotion	Thomas Cook Scandinavia
Binter Canarias	Lufthansa	Transavia.com
Blue Air	Luxair	Travel Service
British Airways	Meridiana	TUI Fly Netherlands
Brussels Airlines	Neos	Tui Airways
Condor	Norwegian Air Shuttle	TUI Fly Belgium
Corendon Airlines	Novair	Tuifly Nordic
Danish Air Transport	Olympus Airways	TUI Fly
Easy Jet Switzerland	Orbest	Ukraine International Airlines
Easy Jet	Primera Air	Volotea
Edelweiss Air	Ryanair	Vueling
Enter Air	SAS	Wizz Air
Eurowings	Small Planet Airlines	Wow Air

Fuente: AENA (2018)

2.8 Red de Telecomunicaciones

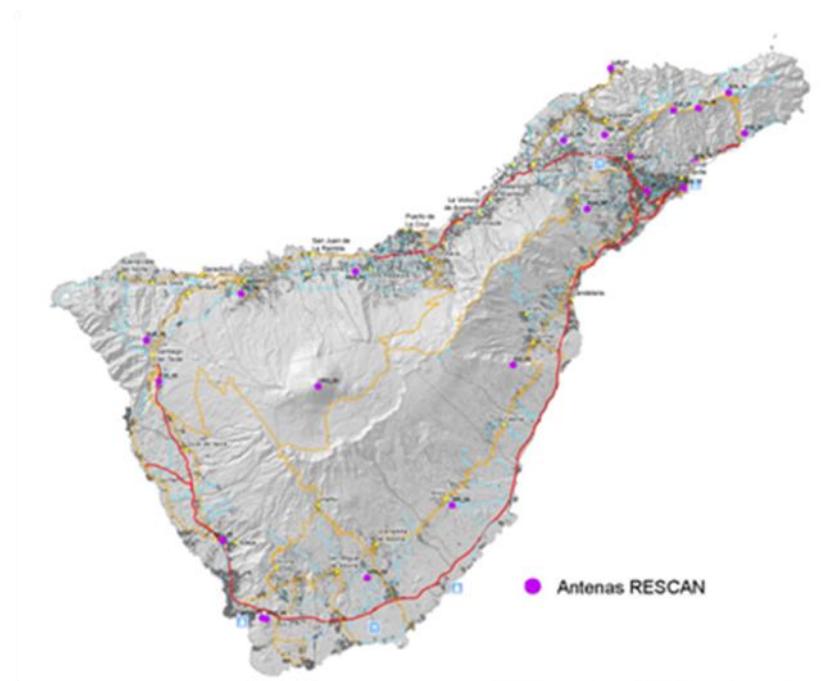
2.8.1 Localización y características de la red de telecomunicaciones

El conjunto de infraestructuras de telecomunicaciones presentes en la isla de Tenerife se pueden clasificar en 5 tipos (PEIN, 2018):

- Servicio de Radiodifusión Sonora en Frecuencia Modulada (FM) y ocasionalmente, Onda Media (AM) y Onda Corta (HF).
- Servicio de Televisión Digital por ondas Terrestre: TDT.
- Servicios de comunicaciones móviles, con tecnologías y servicios propios de la Telefonía Móvil de 3ª y 4ª generación. Esta infraestructura de comunicaciones es especialmente frágil en situaciones de emergencia debido a la sobrecarga que se produce del sistema, con colapsos de los centros de recepción de llamadas de emergencia (112).
- Servicio Móvil Terrestre (SMT), con tecnologías y servicios propios de sistemas, generalmente, privados de comunicaciones profesionales y de grupo cerrado de usuarios, que incluyen a tecnologías trunking y en especial, a los Servicios de Comunicaciones Móviles de Seguridad y Emergencia.
- Servicios de Transporte, que engloban al Servicio Fijo Terrestre (SFT), con tecnologías radio y el Servicio de comunicaciones por cable.

Por otro lado, según el Plan Territorial Especial de Ordenación de las Infraestructuras de Telecomunicaciones de la isla de Tenerife, han sido inventariados 274 emplazamientos, de los cuales 99 son utilizados por Servicios de Radiodifusión de Televisión Digital Terrestre (TDT), 65 por Servicios de Radiodifusión Sonora, 161 por Servicios de Telefonía Móvil y 214 alojan Servicios Móviles Terrestre y/o Servicios de Transporte vía radio (SFT) (PEIN, 2018).

Figura 46. Red de seguridad y emergencias de Canarias (RESCAN)



Fuente: PEIN, 2018

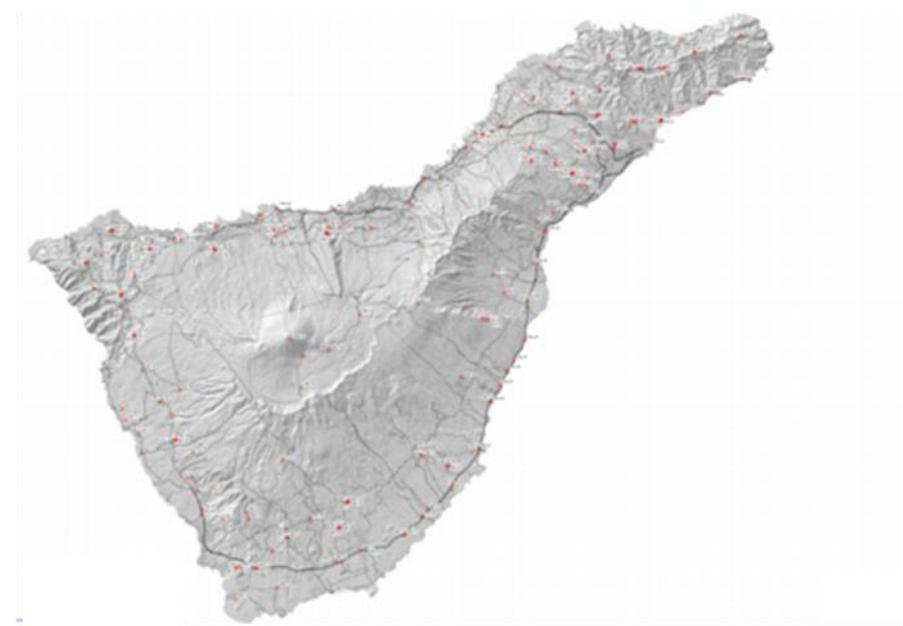
Asimismo, la isla está incluida dentro de la Red de Emergencias y Seguridad de Canarias (RESCAN). Este proyecto fue desarrollado por la Dirección General de Telecomunicaciones y Nuevas Tecnologías del Gobierno de Canarias y cuyo objetivo consistía en dotar a las Administraciones Públicas Canarias de una tecnología de radiocomunicaciones de última generación, que les permita la prestación del Servicio de Seguridad y Emergencias, de forma homogénea, eficaz y segura en toda la región. En este sentido, lo usuarios de la RESCAN son todas aquellas organizaciones que de forma permanente o transitoria puedan estar involucradas en la seguridad y las emergencias de Canarias, es decir, policías (CGPC, locales, etc.), Gobierno de Canarias, Cabildos, Ayuntamientos, Salas CECOES, Bomberos (consorcios, forestales, etc.), Sanitarios (hospitales, ambulancias, médicos, etc.), Protección Civil y ONG's (Cruz Roja, AEA, etc.) (Gobierno de Canarias, 2018).

Los servicios móviles terrestres utilizados para Servicios de Emergencia y Seguridad Pública en las islas Canarias están basados en el sistema TETRA, estándar de tecnología trunking configurado por un sistema de radio móvil que aporta mayor privacidad y confidencialidad, más calidad de audio, mejora la velocidad de transmisión de datos, además de la capacidad de acceso a otras redes, como la de telefonía móvil o fija o Internet (Gobierno de Canarias, 2018; PEIN, 2018).

A continuación, en la Figura 46 y Figura 47 se exponen la localización de las antenas de la Red RESCAN (PEIN, 2018) y de los emplazamientos inventariados según el Plan Territorial Especial de Ordenación de las

Infraestructuras de Telecomunicaciones de la isla de Tenerife respectivamente.

Figura 47. Tenerife. Emplazamientos inventariados de telecomunicación existentes



Fuente: PTEO de Infraestructuras de Telecomunicaciones de la isla de Tenerife (2011)

Por último, el desarrollo y consecución de la estrategia denominada “Tenerife Smart Island” impulsada desde el Cabildo Insular de Tenerife, permitirá el despliegue de una amplia red de sensores de distinta



naturaleza por toda la isla que capten datos e información en tiempo real (estaciones meteorológicas, medidores de flujos circulación, aforadores, cámaras de tráfico, etc.), información que fluirá a través de los anillos de fibra óptica hacia los centros de procesamiento y análisis de la información (superordenador Teide) y tras su procesado, ser trasladada a los centros de mando donde se tomarán las decisiones para la gestión en el CECOPIN de Tenerife (PEIN, 2018).

2.8.2 La red de telecomunicaciones durante la emergencia volcánica

La infraestructura de telecomunicaciones de la isla de Tenerife es un componente fundamental durante la gestión de la crisis volcánica. Por ello, es necesario garantizar un nivel de seguridad adecuado tanto de los sistemas físicos como de los mensajes transferidos durante el proceso, evitando ataques al servicio, asegurando datos y previniendo los accesos no autorizados (MIAVITA, 2012). El colapso de la red de telecomunicaciones puede provocar grandes interrupciones en el servicio y altos costos en la rehabilitación, incluso durante la etapa pre-eruptiva como consecuencia de los terremotos volcánicos. Además, los flujos piroclásticos, coladas lávicas y lahares pueden destruir la red y cualquier otro elemento de la infraestructura que no se encuentre soterrada en su área de impacto. También la acumulación de cenizas en las redes de cableado y en las torres pueden causar el colapso de ellas, e incluso el colapso de árboles u otras estructuras adyacentes que puedan afectarlos directamente (MIAVITA, 2012).

2.9 Energía y red eléctrica

El sistema de generación de energía eléctrica de la isla de Tenerife se caracteriza por varias instalaciones de tipo ordinario y especial. Así, en régimen ordinario está compuesto por 5 instalaciones principales: dos centrales térmicas (Las Caletillas y Granadilla), situadas en los municipios de Candelaria y Granadilla de Abona; y 3 turbinas en Arona, Guía de Isora y Adeje (Los Vallitos) (Tabla 30).

Tabla 30. Instalaciones de generación de energía eléctrica ordinarias en la isla de Tenerife

Instalación	Potencia instalada (MW)	Municipio
C.T. Las Caletillas	288	Candelaria
C.T. Granadilla	879,32	Granadilla de Abona
Turbina de Arona	43,12	Arona
Turbina de Guía de Isora	51,82	Guía de Isora
Turbina de Los Vallitos	7,25	Adeje

Fuente: PTEO de Infraestructuras Energéticas de la isla de Tenerife.

Las instalaciones en régimen especial, así como la potencia instalada en cada una de ellas se muestra en la Tabla 31.

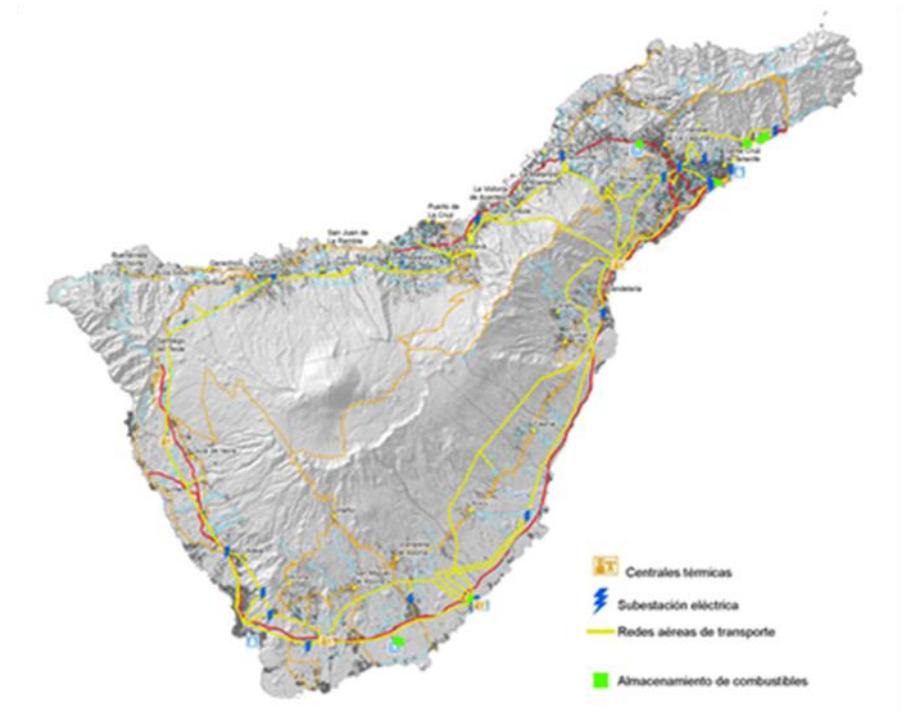
Tabla 31. Instalaciones de generación de energía eléctrica en régimen especial en la isla de Tenerife

Tecnología	Nº instalaciones	Potencial total (MW)
Cogeneración	1	2,2
Residuos industriales	1	38,2
Fotovoltaica	428	67
Eólica	9	38,8
Hidráulica	1	0,5
Biogás	1	1,6

Fuente: PTEO de Infraestructuras Energéticas de la isla de Tenerife.

El sistema de transporte de energía eléctrica de la isla de Tenerife está constituido por las líneas de transporte, las subestaciones de transformación y las redes de distribución. Actualmente existen 20 subestaciones (más otras 3 en próximo funcionamiento) desde la que confluyen las 29 líneas aéreas de alta tensión que transportan la energía eléctrica a los distintos puntos de consumo. En la Figura 48 se refleja el estado actual de la red de transporte en la isla de Tenerife, la cual consta de dos niveles de tensión: 66 kV y 220 kV. De las 37 líneas, únicamente una transporta energía con una tensión de 220 kV, mientras que otras 3 están preparadas para su funcionamiento en 220 kV, si bien en la actualidad lo hacen en 66 kV (PEIN, 2018).

Figura 48. Emplazamientos y trazados de las instalaciones de generación en régimen ordinario de energía eléctrica y redes de transporte



Fuente: PTEOIET en PEIN, 2018



2.9.1 La red eléctrica durante la emergencia volcánica

Durante la emergencia volcánica, las torres de alta tensión, así como las distintas instalaciones de generación de energía eléctrica pueden verse afectadas severamente por la deposición de cenizas volcánicas, causando fallas y sobrecargas en las líneas eléctricas. Asimismo, las coladas de lava, lahares y flujos piroclásticos pueden causar la destrucción de la red eléctrica que se encuentren a su paso, lo que puede suponer grandes interrupciones en el servicio y altos costos en la rehabilitación, incluso durante la etapa pre-eruptiva como consecuencia de los terremotos volcánicos (MIAVITA 2012).



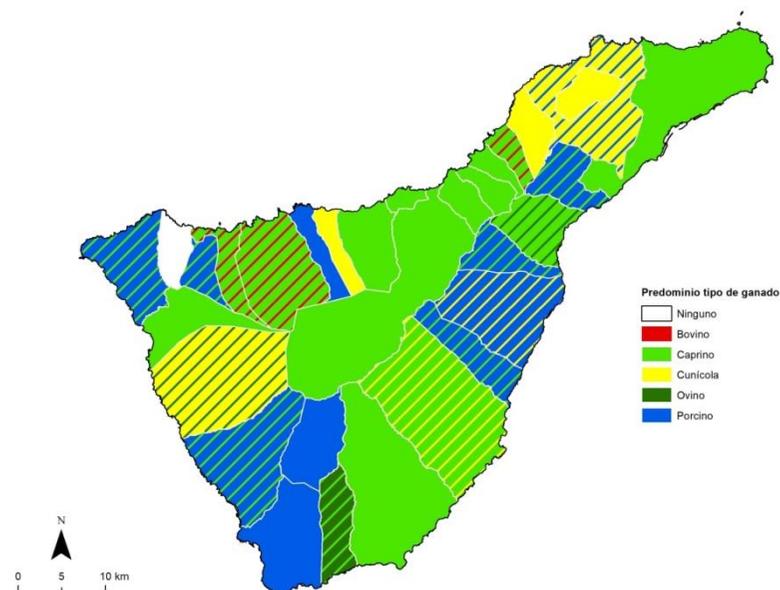
2.10 La actividad pecuaria

2.10.1 La actividad ganadera. Localización y características

La actividad pecuaria en la isla de Tenerife registró en 2016 un total de 1.779.919 cabezas de ganado (Tabla 32) (ISTAC, 2016), segmentadas principalmente en 6 tipos de cabañas: avícola, bovino, caprino, cunícola, ovino y porcino. Esta actividad se caracteriza por el bajo nivel de especialización y de intensidad productiva, establecido a partir de un sistema tradicional de explotación de los animales, no habiéndose producido el desarrollo y modernización de este sector (PEIN, 2018). No obstante, en los últimos años se han implantado algunas instalaciones modernas las cuales disponen de un elevado número de animales para abastecer al mercado interior de las islas, ya sea por la población residente como del turismo (PEIN, 2018).

A escala insular, predomina la granja avícola de gallinas (93,3%), en comparación con los otros tipos de cabañas que presentan valores en torno al 1%. Así, la cabaña porcina supone el 1,4%; la cunícola y caprino representa el 1,3%; y el ovino y bovino con un 0,4% y 0,3% respectivamente (ISTAC, 2016). En este sentido, a efectos de gestionar la actividad ganadera ante una erupción volcánica, las mayores necesidades básicas de alimento, agua y salud, así como la mayor dificultad para su evacuación por su mayor envergadura lo constituyen el ganado bovino, caprino, ovino y porcino.

Figura 49. Predominio según tipo de ganado en Tenerife sin contabilizar el ganado avícola de gallinas



Fuente: ISTAC, 2016. Elaboración propia

Tabla 32. Tenerife. Efectivos de ganado según especies

Isla/municipio	Total	Bovino	Caprino	Ovino	Porcino	Conejos	Gallinas	Apícola	Otros
Tenerife	1.779.919	4.578	32.951	6.721	25.058	23.146	1.660.047	17.791	9.627
Adeje	3.630	129	1.111	23	1.783	18	127	369	70
Arafo	94.170	10	282	15	90	15	92.965	680	113
Arico	254.458	119	6.322	82	238	2.772	244.175	733	17
Arona	58.725	26	810	1.172	2.904	0	50.800	113	2.900
Buenavista del Norte	3.680	8	994	43	1.920	0	0	713	2
Candelaria	163.696	47	655	246	245	23	162.200	250	30
Fasnia	5.480	677	887	4	2.856	238	120	694	4
Garachico	188	31	62	6	0	0	27	53	9
Granadilla de Abona	136.612	8	6.029	998	13	122	128.567	442	433
La Guancha	1.061	0	1	55	264	10	115	607	9
Guía de Isora	8.935	101	1.050	1.643	669	2.340	2.113	994	25
Güímar	292.667	267	1.607	135	5.554	4.256	279.845	977	26
Icod de los Vinos	23.345	42	209	9	35	0	21.986	997	67
San Cristóbal de La Laguna	131.906	1.724	1.909	384	2.807	7.988	115.025	1.658	411
La Matanza de Acentejo	15.721	1	477	11	2	0	15.000	217	13
La Orotava	130.930	30	3.724	162	1.452	2.833	115.900	2.445	4.384
Puerto de la Cruz	261	0	150	0	0	0	0	104	7

Isla/municipio	Total	Bovino	Caprino	Ovino	Porcino	Conejos	Gallinas	Apícola	Otros
Los Realejos	78.047	341	1.604	143	145	0	74.670	861	283
El Rosario	4.944	379	1.097	321	2.410	88	60	387	202
San Juan de la Rambla	161.050	0	7	32	0	180	160.500	300	31
San Miguel de Abona	3.063	84	890	971	85	9	550	370	104
Santa Cruz de Tenerife	21.019	62	1.451	114	146	0	18.525	680	41
Santa Úrsula	19.114	2	339	21	0	0	18.540	197	15
Santiago del Teide	618	0	79	0	0	0	0	538	1
El Sauzal	935	235	332	17	32	0	150	158	11
Los Silos	408	0	0	0	0	0	340	68	0
Tacoronte	94.580	149	193	41	132	917	92.387	641	120
El Tanque	1.379	5	289	9	870	0	0	144	62
Tegueste	62.027	100	92	51	309	1.333	59.174	869	99
La Victoria de Acentejo	856	0	296	0	55	4	60	335	106
Vilaflor	6.414	1	3	13	42	0	6.126	197	32

Fuente: ISTAC, 2016



En la zona Norte de la isla, las comarcas de Icod y del Valle de La Orotava agrupan el 22,2% del ganado total mientras que en el Sur las comarcas del Valle de Güímar y Abona suman el 53,7% (Tabla 33). Por su parte, el Área Metropolitana contribuye al 12,4% (ISTAC, 2016). Los municipios con mayor número de ganado son Güímar y Arico (16,4% y 14,3%), seguido de San Juan de la Rambla y Candelaria (en torno al 9%); y Granadilla de Abona, La Laguna y La Orotava (alrededor del 7,5%). Por otro lado, según la tipología del ganado, las gallinas superan el porcentaje insular (13,3%) en 13 municipios. Sin embargo, sin contabilizar al ganado avícola de gallinas, la cabaña porcina destaca en el Tanque, Buenavista del Norte, Fasnia, Adeje, El Rosario y La Guancha; el caprino en Santa Cruz de Tenerife, La Matanza, Santa Úrsula, Puerto de la Cruz, Los Realejos, Granadilla de Abona y Santiago del Teide; y el cunícola en Tegueste, Tacoronte y San Juan de la Rambla (Figura 49). Por otro lado, el ganado bovino predomina en Fasnia, Garachico, El Rosario y El Sauzal, en comparación con otros municipios de la isla.

Asimismo, según el Registro de Explotaciones Ganaderas, gestionado por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias, en el año 2009 constaban inscritas un total de 1.383 explotaciones ganaderas, de los cuales 66 (4,7%) presentan carácter industrial o intensivo (PEIN, 2018). En la actualidad, considerando el tipo de ganado presente en la explotación, el 13,7% es para el sector ovino y un 62,5% para el caprino; mientras que el 17,6% alberga ganado ovino y caprino; el 0,5% ovino y bovino; por último, con mayor variedad, las explotaciones con ganado ovino, caprino y bovino suponen el 5,7%

(Encuesta de Explotaciones de ganado ovino y caprino y su producción láctea, 2017).

Tabla 33. Valores absolutos y porcentuales del ganado según municipios y comarcas

Comarca	Municipio	Total	%	% comarcas
Área metropolitana	Laguna (La)	131.906	7,4	12,4
	Rosario (El)	4.944	0,3	
	Santa Cruz de Tenerife	21.019	1,2	
	Tegueste	62.027	3,5	
Acentejo	Matanza de Acentejo (La)	15.721	0,9	7,4
	Santa Úrsula	19.114	1,1	
	Sauzal (El)	935	0,1	
	Tacoronte	94.580	5,3	
	Victoria de Acentejo (La)	856	0,0	
Valle de La Orotava	Orotava (La)	130.930	7,4	11,8
	Puerto de La Cruz	261	0,0	
	Realejos (Los)	78.047	4,4	
Icod	Guancha (La)	1.061	0,1	10,4
	Icod de Los Vinos	23.345	1,3	
	San Juan de La Rambla	161.050	9,0	
Daute	Buenavista del Norte	3.680	0,2	0,3
	Garachico	188	0,0	
	Sílos (Los)	408	0,0	

Comarca	Municipio	Total	%	% comarcas
Valle de Güímar	Tanque (El)	1.379	0,1	30,9
	Arafo	94.170	5,3	
	Candelaria	163.696	9,2	
	Güímar	292.667	16,4	
Abona	Arico	254.458	14,3	22,8
	Fasnia	5.480	0,3	
	Granadilla de Abona	136.612	7,7	
	San Miguel	3.063	0,2	
	Vilaflor	6.414	0,4	
Suroeste	Adeje	3.630	0,2	4,0
	Arona	58.725	3,3	
	Guía de Isora	8.935	0,5	
	Santiago del Teide	618	0,0	

Fuente: ISTAC, 2016

2.10.2 La ganadería y los animales domésticos durante la emergencia volcánica

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, 2009) más de mil millones de personas dependen de sus animales de trabajo y de granja para sobrevivir (Yglesias, 2015). En este contexto, los desastres naturales y antropogénicos pueden afectar severamente a los medios de vida de las personas que dependen de la ganadería. Más de un 70% de las personas económicamente más

vulnerables del mundo poseen ganado (Yglesias, 2015), donde la actividad ganadera es una parte integral de la economía familiar y contribuye significativamente a su subsistencia, sustento y bienestar (FAO, 2015). Este sector se utiliza para la provisión de alimentos (leche, huevos y carne), cultivo (estiércol, tracción animal), transporte (agua, madera y mercado) e ingresos (venta, trueque y alquiler) (FAO, 2015). En Tenerife, la aportación al PIB de la rama de actividad dedicada a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca en el año 2015 fue de 238.813.000 euros, lo que supone un 1,4% sobre el total del PIB insular (17.614.585 euros) (Confederación Canaria de Empresarios, 2017). Si bien esta contribución es muy baja en términos económicos en comparación con los sectores industrial, energético y de servicios, esta actividad permite mantener el valor paisajístico de la isla.

Por otro lado, las mascotas o animales de compañía representan un apoyo emocional muy importante para sus dueños, habiendo evidencia de niveles depresivos en las personas al perder una mascota, por lo que deben ser consideradas en los procesos de respuesta a las emergencias por su valor sentimental y por cuestiones logísticas (Yglesias, 2015; LEGS, 2016).

En situaciones de emergencia se requieren intervenciones específicas dirigidas al ganado para ayudar a los hogares a sobrevivir a la crisis inmediata y apoyar a las comunidades en la reconstrucción de los medios de subsistencia (FAO, 2015). De la misma manera, existe un reconocimiento internacional que durante la respuesta a los desastres, salvar los medios de subsistencia y de los activos clave, además de proteger las vidas de las personas, puede repercutir significativamente en



los resultados de recuperación a corto y largo plazo para las comunidades o personas dependientes del ganado (Wilson *et al.*, 2012).

Sin embargo, a pesar de la importancia del ganado para los medios de vida dependientes de la actividad pecuaria, tradicionalmente los animales no han sido integrados en los procesos de Gestión del Riesgo de Desastres (Yglesias, 2015). Con la puesta en marcha del nuevo Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres se ha abierto una oportunidad de integración y protección de los medios de vida y los bienes de producción del ganado y los animales como un bien esencial de la población (Yglesias, 2015).

Existen dos manuales dedicados a proporcionar un conjunto de directrices y normas internacionales para el diseño, aplicación y evaluación de intervenciones ganaderas a favor de la protección de los medios de subsistencia de las poblaciones que necesiten ayuda de emergencia (Díaz *et al.*, 2015; LEGS, 2016), así como proporcionar información técnica, consejos y pautas para cada de las intervenciones ganaderas más comunes durante la respuesta a la emergencia por desastres naturales (FAO, 2015). El primero es el “Livestock Emergency Guidelines and Standards (LEGS)” o “Normas y directrices para intervenciones ganaderas en emergencias” donde se expone una metodología participativa con todas las partes interesadas con el objetivo de establecer qué intervenciones ganaderas son más apropiadas para apoyar y defender los medios de subsistencia en el contexto de la emergencia y de sus fases (LEGS, 2016). Paralelamente, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) cuenta con un manual práctico para intervenciones ganaderas en

emergencias que se ha diseñado como complemento a LEGS (FAO, 2015; LEGS, 2016). En este documento se describen cada una de las actuaciones referentes a la reducción de ganado, apoyo veterinario, provisión y suministro de agua y alimentos, características de los refugios provisionales para el ganado según sea a corto o a largo plazo, y la provisión de ganado/repoblación (FAO, 2015).

Durante una erupción volcánica, las cenizas y los gases contaminan los pastos y los suministros de agua. Si el ganado consume el forraje contaminado o material diferente a él pueden sufrir toxicosis y morir por inanición (MIAVITA, 2012; Wilson *et al.*, 2012; Díaz *et al.*, 2015). Asimismo, la lluvia ácida provoca efectos similares al igual que los animales expuestos al material volcánico pueden desarrollar neumonías por inhalación de cenizas, que en ocasiones resultan mortales (Díaz *et al.*, 2015). Otro de los efectos directos de la caída de cenizas es su deposición en forma de depósitos gruesos (>100 mm) que son capaces de provocar el colapso de los techos de las infraestructuras ganaderas y, por consiguiente, la posible muerte o lesiones del ganado que se encuentra en su interior (MIAVITA, 2012). Incluso, la obtención de alimentación complementaria y su transporte hacia las áreas afectadas durante la fase de la emergencia puede verse comprometida ante la cantidad de ganado afectado y ante la imposibilidad de los vehículos pesados de acceder a estas zonas debido a las carreteras cubiertas por cenizas volcánicas (Wilson *et al.*, 2012). Los desastres además pueden contribuir a la propagación de enfermedades zoonóticas, es decir, aquellas que pueden transmitirse entre animales y personas y que podrían poner en riesgo la salud pública (Díaz *et al.*, 2015; Yglesias, 2015).





Por último, se ha constatado que las personas que viven de la actividad pecuaria en países en desarrollo sin planes de evacuación del ganado serán más reticentes a abandonar sus casas y por lo tanto no serán evacuados, o tratarán de volver a las granjas o a los hogares para alimentar al ganado después de la evacuación o proteger sus bienes contra el robo o los saqueos (MIAVITA, 2012; Wilson *et al.*, 2012). Así, los factores que determinan la voluntad o la renuncia a evacuar dependen de la percepción de los individuos sobre si la evacuación está planificada y conduce a un resultado positivo, si teme que los bienes de ganado o productos agrícolas sean destruidos o robados y del sentimiento de pertenencia al lugar donde residen (Wilson *et al.*, 2012).





2.11 Infraestructuras hidráulicas

En el capítulo 3 de este Plan se da buena cuenta de los problemas que puede generar la afección de los peligros directos de la actividad volcánica (piroclastos de caída, coladas, gases...) sobre las infraestructuras hidráulicas básicas, así como de los efectos asociados a los peligros indirectos (incendios, movimientos de ladera por sismicidad...). Además, en el presente capítulo 2, en la sección dedicada a la hidrología (sección 2.4.7) ya se hace mención expresa a los cambios que pueden afectar a las masas de agua subterránea con relación a los gases y a la temperatura.

Esta sección, dedicada a las infraestructuras hidráulicas, tiene el objetivo de identificar de manera superficial pero concisa, aquellos elementos hidráulicos críticos de carácter primario que pueden verse afectados por un evento sismo-volcánico y que, por ende, pueden alterar las funciones hidráulicas básicas establecidas en la isla.

Para la consecución de los objetivos que se persiguen en este Plan de Actuación, tienen especial interés las funciones relacionadas con el abastecimiento de agua como es la captación del recurso, la producción industrial, el almacenamiento y transporte (desde las zonas productoras a las consumidoras) hasta el tratamiento previo para su distribución. Todas estas funciones son realizadas por las infraestructuras hidráulicas “en alta” que integran el sistema de aducción de agua a la población y constituyen el conjunto de elementos que es necesario considerar a los efectos de este plan.

Dentro de los mencionados elementos hidráulicos críticos se pondrá especial atención sobre aquellas infraestructuras de captación, almacenamiento y transporte de primer orden y que resultan esenciales para la prestación de los servicios asociados. Los sistemas de distribución de agua a escala local, si bien también presentan vulnerabilidad, no serán tratados en esta sección, que sobre todo se enfoca en aquellos elementos cuya disrupción puede afectar seriamente a gran parte de la demarcación hidrográfica insular o a alguno de sus sistemas territoriales.

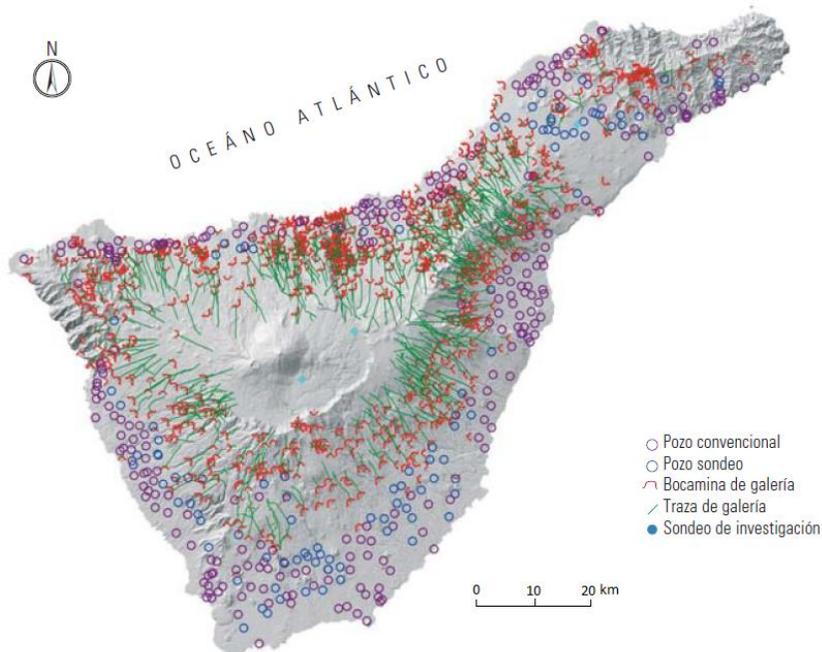
Con soporte en los sucesivos planes hidrológicos elaborados para la isla, con especial atención al PHT aprobado en 2018, así como en otros documentos de apoyo, se describen e identifican a continuación y de manera general: los sistemas de captación y producción de agua en la isla; el transporte hasta los puntos de almacenamiento, aducción y/o distribución; el abastecimiento a escala insular; y los sistemas territoriales de infraestructuras para suministro de agua.

2.11.1 Sistemas de captación de agua

Los sistemas de captación de agua engloban aquellas infraestructuras que son capaces de captar o extraer agua superficial o subterránea destinada luego a diferentes usos. En Tenerife, en el año 2000 el 92% de los recursos hídricos aprovechados se extraían del subsuelo (PHT), si bien este porcentaje ha disminuido en torno al 84% en 2012 aún continúa siendo la fuente principal de abastecimiento. A pesar de la existencia de un buen número de infraestructuras de captación de agua superficial, como las presas, tomaderos y azudes, su asignación a los usos (urbano, turístico, industria, agricultura, campos de golf) es poco significativa.

Tradicionalmente la explotación de los recursos subterráneos en Tenerife ha venido realizándose a través de dos sistemas de captación de agua: galerías y pozos, con predominio de las primeras sobre los segundos. El aprovechamiento de aguas subterráneas mediante manantiales es poco significativo y tiene carácter marginal en comparación con los anteriores.

Figura 50. Tenerife. Sistemas de captación de agua subterránea.



Fuente: PHT 1996

De acuerdo con lo establecido en el PHT de 1996, la planificación hidrológica ha venido manteniendo la siguiente clasificación para **Galerías** y **Pozos**:

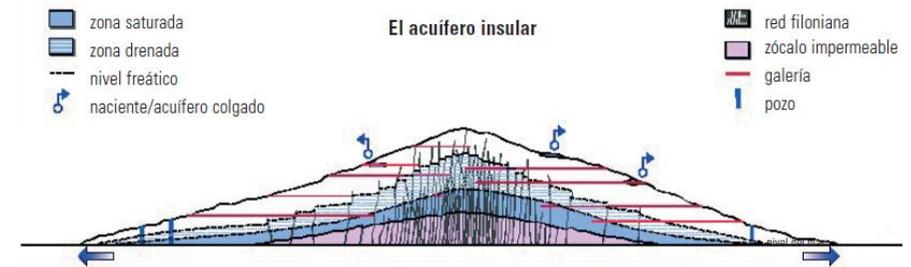
- **Galerías - naciente.** Son el tipo más primitivo de captación que se han perforado en áreas donde existían nacientes naturales. El agua drenada no procede de las reservas, sino de acuíferos colgados cercanos a la superficie topográfica, por lo que su caudal fluctúa con la pluviometría.
- **Socavones.** Son galerías de corta longitud (algunos con centenares de metros) que nunca han dado agua.
- **Galerías-pozo o galerías en trancada.** Son obras de pequeña longitud (~500 m) que tratan de captar el agua dulce del acuífero ya en su zona de contacto con el nivel del mar, por lo que se excavan próximas a la línea de costa y a escasa altura sobre él. Su traza es descendente y las aguas alumbradas requieren de elevación por bombeo.
- **Galerías convencionales.** Son las más representativas y de ellas proviene la mayor parte del agua disponible. Son perforaciones profundas que drenan o han drenado aguas de la zona saturada general. Su longitud media varía de unos 3 a 4 km, pero hay bastantes que superan los 5 y pocas los 6 km.

- **Pozos convencionales.** Se caracterizan por un diámetro grande, de unos 3 metros, y por sistema tradicional de perforación vertical empleado. Los productivos, que son más de un centenar, casi duplican la profundidad media de 100m. La amplitud de su sección transversal permite realizar galerías horizontales de fondo en el contacto con la zona saturada; éstas aumentan la superficie drenante e induce a una depresión menor de nivel para un mismo caudal de bombeo, lo cual atenúa la posible intrusión marina.
- **Pozos-sondeo.** Son perforaciones mecánicas (sondeos) de hasta 700mm de diámetro que por lo general se entuban casi hasta el fondo y con una profundidad media de 300m; en su interior se dispone la bomba vertical sumergible y la tubería de impulsión. Su rapidez de ejecución y su menor coste tienen como contrapartida la imposibilidad de realizar galerías de fondo para mejorar su rendimiento.

Dentro de este conjunto de infraestructuras tienen especial interés aquellas obras de captación –sondeos, pozos y galerías convencionales– que perforan el subsuelo de la Isla con el fin de interceptar la masa de agua subterránea de la Isla, que se encuentra en lo que se denomina acuífero profundo o zona saturada general y que se regenera principalmente a través de las precipitaciones. El límite máximo de estas aguas (superficie freática) se alcanza en la zona central a unos 1.819 m de altitud. El límite inferior lo marca el denominado zócalo impermeable cuya disposición altitudinal es muy variable y heterogéneo, con relación a la

formación del material que lo compone (no se encuentra en un estrato de disposición uniforme) (Balcells, 2007).

Figura 51. Tenerife. Representación esquemática del acuífero



Fuente: PHT (1996)

2.11.2 Sistemas de producción industrial del agua

Desde el punto de vista del riesgo volcánico tiene también relevancia conocer la localización de los ámbitos de producción hidráulica que se realizan en la isla de manera industrial. El método más empleado en Tenerife para esta tipología de producción es la desalación de agua de mar, aunque también existen estaciones para la desalinización de agua salobre. También existen plantas para la regeneración de aguas residuales.

Los sistemas de producción de agua también cuentan con mecanismos de captación, además de englobar las funciones de conducción y depósito. De este modo, la desalinización de agua salobre participa en origen de los medios y recursos de captación subterráneos ya mencionados. Así mismo,



la desalación de agua cuenta también con mecanismos de captación, de la misma forma que las aguas regeneradas o residuales cuentan con estaciones de bombeo y otros medios de captación por gravedad.

2.11.3 Transporte del agua

Tal como recoge el propio planeamiento hidrológico, la configuración socioeconómica de Tenerife es el factor determinante de la actual dispersión espacial de la demanda de agua para los distintos usos, así como de su intensidad. Por otro lado, la situación de los alumbramientos y de las infraestructuras de producción industrial de agua determina la localización de los ámbitos productivos.

Buena parte del sistema de producción de agua de la isla de Tenerife está basado en la captación de agua subterránea, constituyendo el caudal aflorado la mayor parte de los recursos disponibles, aunque cada vez adquiere mayor importancia la desalación de agua de mar o la depuración de aguas residuales, aplicando métodos de producción industrial para incrementar los recursos hídricos disponibles con la aportación de otros de tipo no convencional.

Estas circunstancias han llevado a establecer además dentro de la planificación hidrológica una clasificación de la red básica de transporte atendiendo al tipo de recurso, así como una cierta especialización de las conducciones, dependiendo de que su función sea el trasvase de aguas blancas para uso general o para uso especializado en abastecimiento, o bien el trasvase de agua de mar desalada o de agua regenerada.

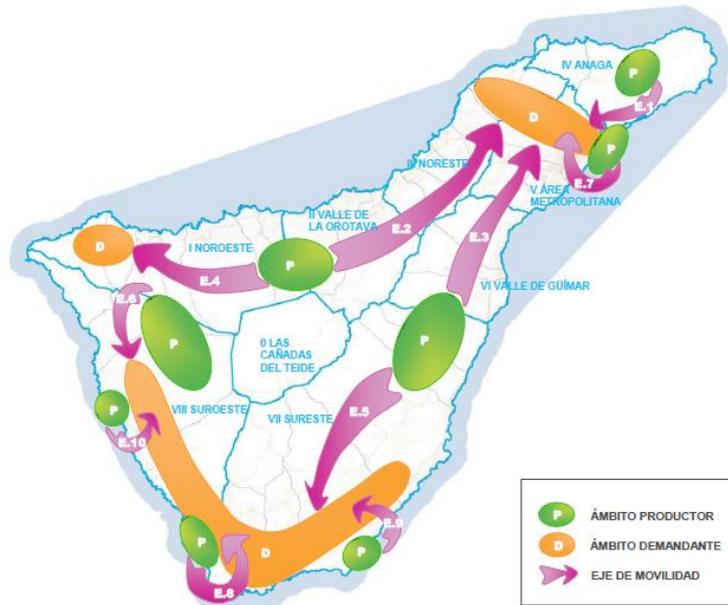
Una las características del sistema de producción de agua en Tenerife, ya advertida en el Plan Hidrológico Insular de 1996, es la atomización de sus fuentes (numerosos puntos de alumbramiento y producción), significándose además la extensión, dispersión y diversidad de usos en núcleos urbanos y zonas de regadío repartidos por el territorio para el consumo de este recurso. A este respecto, se señalaba que *“la conexión de los centros del uno con las áreas y núcleos del otro ha supuesto la construcción de una amplia y compleja red de conducciones”*.

Esto hace que la red de transporte adquiera en la isla una disposición bastante compleja, tanto en el tamaño total de infraestructuras de canalización (4.000 km de longitud total. PHT, 2015), como en su trama espacial de distribución.

Dentro de las actividades de traslado de agua (agua desalada, desalinizada, agua residual, agua depurada...) tiene especial interés para la gestión de la emergencia volcánica aquellas destinadas al abastecimiento, sin perjuicio de que deba prestarse atención sobre el resto de logística hidráulica, como por ejemplo el transporte de las aguas residuales que puede tener, entre otros efectos, la contaminación de las masas de agua del subsuelo.

De manera general y de acuerdo con el PHT de 2015, en Tenerife, el sistema de transporte de aguas se zonifica y esquematiza a través de unos ámbitos de producción, unos ámbitos de demanda y unos ejes de movilidad del agua (Figura 52).

Figura 52. Zonificación esquemática del transporte



Fuente: PHT, 2015

En este esquema de transporte se representan tres áreas de demanda que se corresponden con el arco turístico del Suroeste de la isla, el área metropolitana del Noroeste y un sector en el Noroeste insular. Los ámbitos de producción están bien definidos, distinguiéndose las principales zonas de captación de agua subterránea:

Norte: Valle de La Orotava y zonas altas de la Guancha

Sureste: Parte occidental del valle de Gúimar y Fasnía

Sudoeste: Santiago del Teide – Guía de Isora

Noroeste: Nacientes y pozos de Anaga

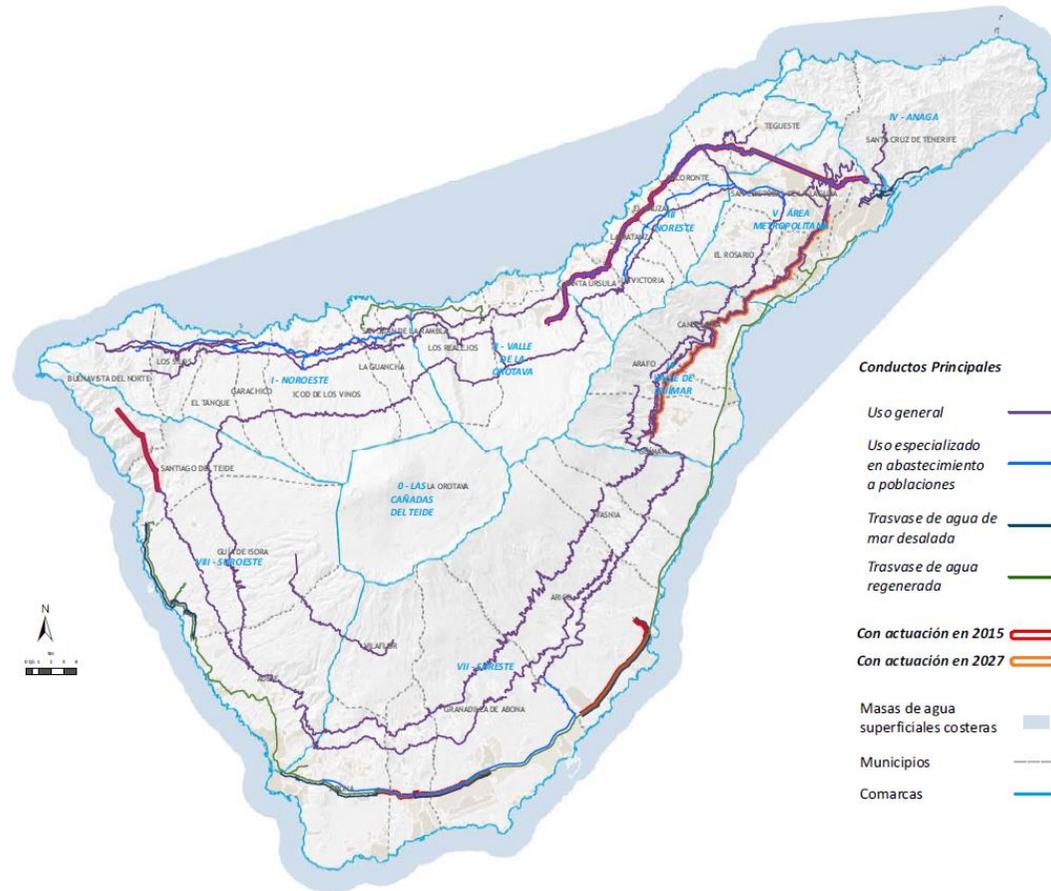
En cuanto a los puntos de producción de agua desalada destacan el de Santa Cruz de Tenerife, el de Adeje, Granadilla y Guía de Isora (Fonsalía).

Los ejes de transporte del agua dibujan entonces las principales líneas de movilidad que enlazan las zonas de producción con las áreas de demanda (Figura 52).

Los ámbitos y ejes esquematizados en la figura 52 tienen luego implantación en todo un sistema de conducciones entre zonas de captación, producción, bombeo, almacenamiento y redes locales de riego y abastecimiento. Este sistema se denomina Sistema Territorial de Transporte de Agua y está compuesta por una RED BÁSICA DE TRANSPORTE DE AGUA y una serie de CONDUCCIONES complementarias.

Todos los elementos de estas conducciones se encuentran recogidos en el PHT 2015. En la Figura 53 se encuentran representados los conductos de la red básica de transporte de agua, los cuales tienen especial interés desde el punto de vista de su vulnerabilidad respecto a la afectación por algún peligro volcánico, como puede ser el caso de las coladas.

Figura 53. Red Básica General del Sistema Insular de Conducción Hidráulica



Fuente: PHT, 2015

2.11.4 Almacenamiento del Agua

El sistema de almacenamiento de agua permite inmovilizar los recursos disponibles, conteniendo excedentes temporales y regulando el suministro en función de la demanda, por lo que guarda una estrecha relación con los sistemas de captación y transporte.

Para cumplir esta función de forma eficaz y ofrecer cierta garantía de suministro, por parte de la Administración Insular se ha promovido la materialización de infraestructuras de almacenamiento mediante la ejecución de grandes contenedores (balsas y depósitos). Esta política hidráulica, que tuvo su inicio con el Plan de Balsas del Norte de Tenerife (1980-1990) para atender las demandas del regadío, ha mantenido su continuidad en el tiempo a través de otros planes y programas relacionados con la reutilización de aguas depuradas o desalación de agua de mar, con el fin de disponer de elementos de almacenaje con capacidad y cota suficientes para la derivación del agua a los depósitos “en baja” y redes municipales de distribución.

La mayor parte de almacenamiento de agua en Tenerife se localiza fuera de los cauces. Desde el punto de vista de la vulnerabilidad frente a peligros volcánicos, este hecho supone una fortaleza, teniendo en cuenta que las coladas suelen ocupar los cauces existentes.

El caso de las presas constituye la excepción más destacable, aunque la significación de esta tipología constructiva es irrelevante a efectos

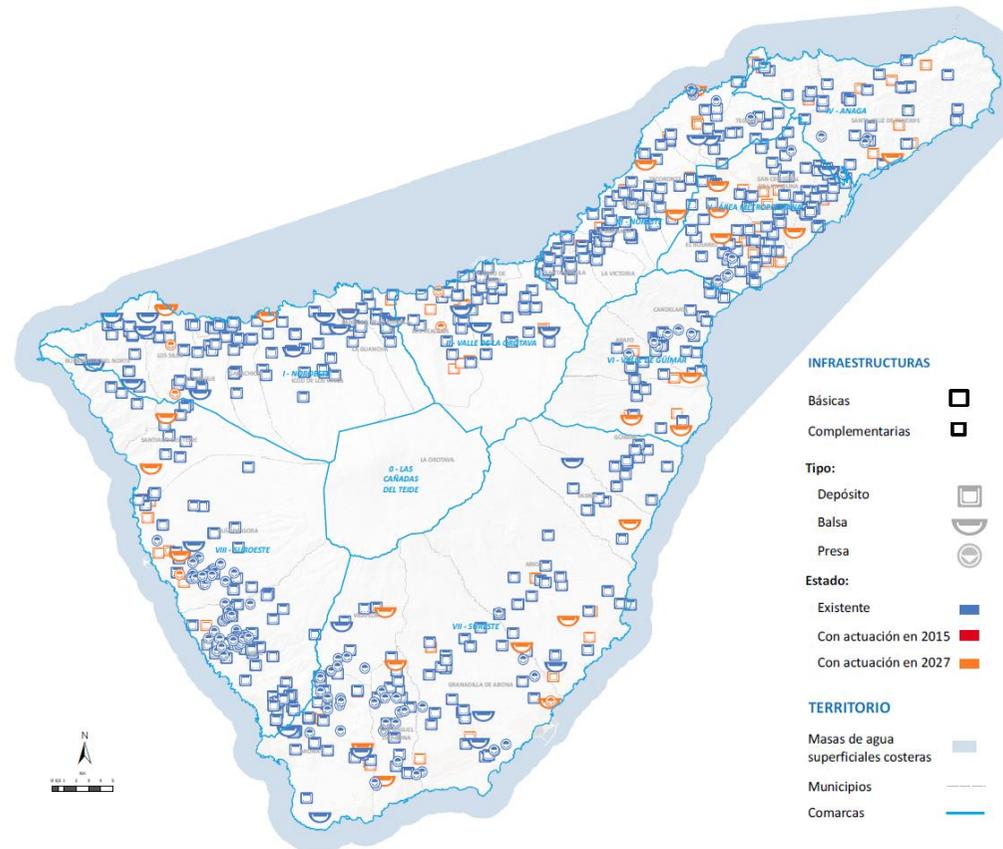
prácticos. La mayoría están en desuso o se encuentran en proceso de regresión, tanto por la propia geología de las cuencas de aportación como por el actual régimen de lluvias, además de otros condicionantes territoriales y de gestión.

La mayor parte de este tipo de embalses se encuentra desvinculada de la captación de aguas de escorrentías, bien por obsolescencia o reconversión como balsas para almacenamiento de aguas subterráneas. El limitado número de presas y azudes existentes también carecen de significación al tratarse de infraestructuras de almacenamiento de pequeño volumen y superficie de embalse (PHT, 2018).

Otro tipo de infraestructuras de almacenamiento, como son los depósitos y las balsas, tienen su emplazamiento en zonas de topografía elevada con el objeto de optimizar el transporte por gravedad. Además de facilitar el uso del agua para los distintos usos (riego, abastecimiento a la población...), funcionan también como un recurso en emergencias al suministrar aguas para la mitigación de incendios forestales.

No obstante, debe señalarse que este tipo de infraestructuras suponen un factor de incremento del peligro cuando se encuentran en el recorrido de una colada de lava y pueden aumentar el carácter explosivo de la misma. La Figura 54 muestra la localización de las infraestructuras de almacenamiento de agua en la isla.

Figura 54. Tenerife. Sistema de infraestructuras de almacenamiento de agua



Fuente: PHT, 2015



2.11.5 Sistemas territoriales de infraestructuras hidráulicas

En el PHT 2018 se definen una serie de sistemas territoriales de infraestructuras a los cuales se asocian a un servicio determinado vinculado al agua que a su vez cubren un ámbito territorial de demanda en el que están dispuestas un conjunto de infraestructuras e instalaciones.

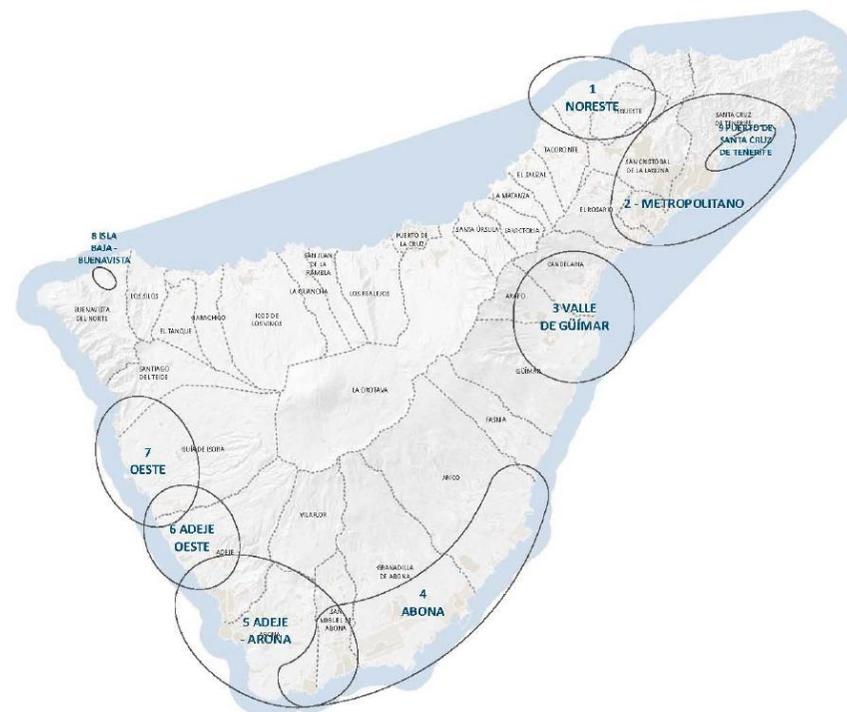
Las infraestructuras e instalaciones, que se engloban en estos sistemas territoriales para el suministro de agua, son en última instancia los elementos, cuya vulnerabilidad, y por tanto protección, resultará vital a la hora de gestionar el riesgo volcánico y sus peligros vinculados. Los puntos de captación, conducciones, canales, depósitos de abastecimiento, balsas, estaciones de desalinización de aguas salobres, estaciones de desalación de agua de mar y complejos hidráulicos, que se encuentran localizados y sucintamente descritos en los anejos y ficheros del PHT 2018, constituyen los elementos de especial interés para el Plan Actuación Insular frente al Riesgo Volcánico. Por otro lado, hay que indicar que, a través de sus correspondientes planes de contingencia, se requerirán también determinadas acciones de control y vigilancia volcánica para la adopción de las medidas oportunas ante la emergencia por parte de las entidades competentes respecto a todos estos sistemas territoriales de infraestructuras hidráulicas, incluido los relacionados con el saneamiento de aguas residuales, así como las asociadas a la producción hidroeléctrica.

2.11.5.2 Sistemas territoriales para el suministro de agua de mar desalada

En este caso estos sistemas engloban las infraestructuras y mecanismos necesarios para tratar el agua salada captada del mar. En la isla se enmarcan territorialmente 9 sistemas de este tipo:

1. Noreste (San Cristóbal de La Laguna, Tegueste, Tacoronte)
2. Área metropolitana (San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, El Rosario)
3. Valle de Güímar (Candelaria, Arafo, Güímar)
4. Abona (Fasnia, Arico, Granadilla de Abona, San Miguel de Abona, Arona)
5. Adeje-Arona (Adeje, Arona, San Miguel de Abona)
6. Adeje Oeste (Adeje y Guía de Isora)
7. Oeste (Guía de Isora, Santiago del Teide, Adeje)
8. Isla Baja Buenavista (Buenavista del Norte)
9. Puerto de Santa Cruz de Tenerife (Santa Cruz de Tenerife)

Figura 56. Sistemas territoriales para el suministro de agua de mar desalada



Fuente: PHT, 2018 (Anejo 3)

De este conjunto de sistemas de infraestructuras que se han venido implantando en la Isla, aún se encuentran en fase de planificación los correspondientes a los ámbitos definidos para el Noreste y Valle de Güímar.

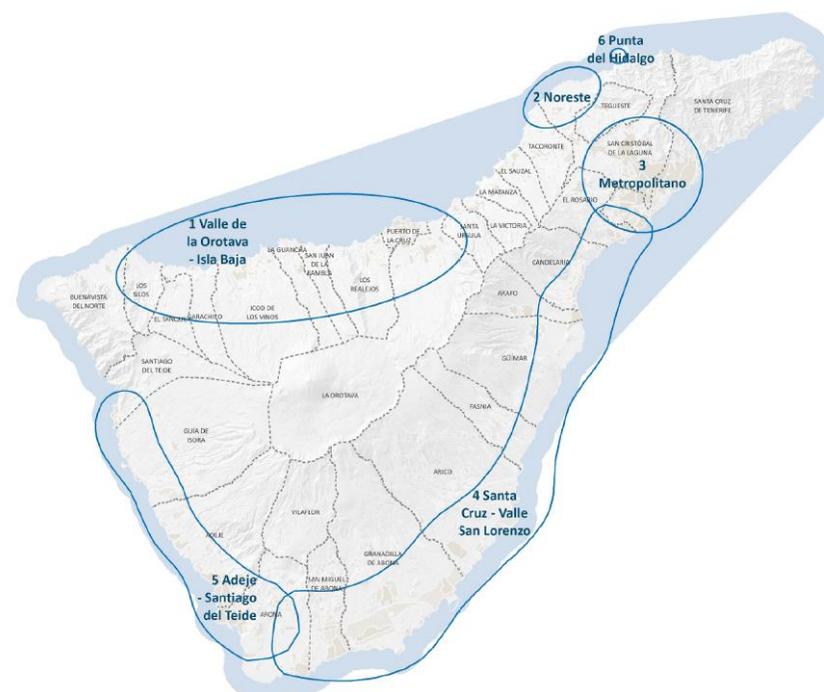
2.11.5.3 Sistemas territoriales para el suministro de agua regenerada

Aunque a través de estos sistemas no se cubre la demanda de abastecimiento a la población, las infraestructuras integradas en estos sistemas cubren un papel esencial, tanto en el aporte de un recurso útil para el riego, como por su papel medioambiental en el tratamiento de las aguas residuales. En Tenerife el PHT considera la existencia de 6 sistemas territoriales:

1. Valle de la Orotava – Isla Baja (La Orotava, Puerto de la Cruz, Los Realejos, San Juan de la Rambla, La Guancha, Buenavista del Norte)
2. Noreste (San Cristóbal de La Laguna, La Laguna, Tacoronte, Tegueste)
3. Metropolitano (Santa Cruz de Tenerife, San Cristóbal de La Laguna)
4. San Cruz de – Valle de San Lorenzo (Santa Cruz de Tenerife, El Rosario, Candelaria, Arafo, Güímar, Fasnía, Arico, Granadilla de Abona, San Miguel de Abona, Arona)
5. Adeje – Santiago del Teide (Adeje, Guía de Isora, Santiago del Teide)
6. Punta Hidalgo (San Cristóbal de La Laguna)

En la Figura 57 se representa la delimitación de estos sistemas territoriales. A excepción del sistema de Valle de la Orotava-Isla Baja, todos ellos se encuentran ejecutados. En los ficheros del anejo 4 del PHT 2018 se detallan y localizan las infraestructuras englobadas en estos sistemas territoriales.

Figura 57. Sistemas territoriales de infraestructuras para suministro de agua regenerada



Fuente: PHT, 2018 (Anejo 4)

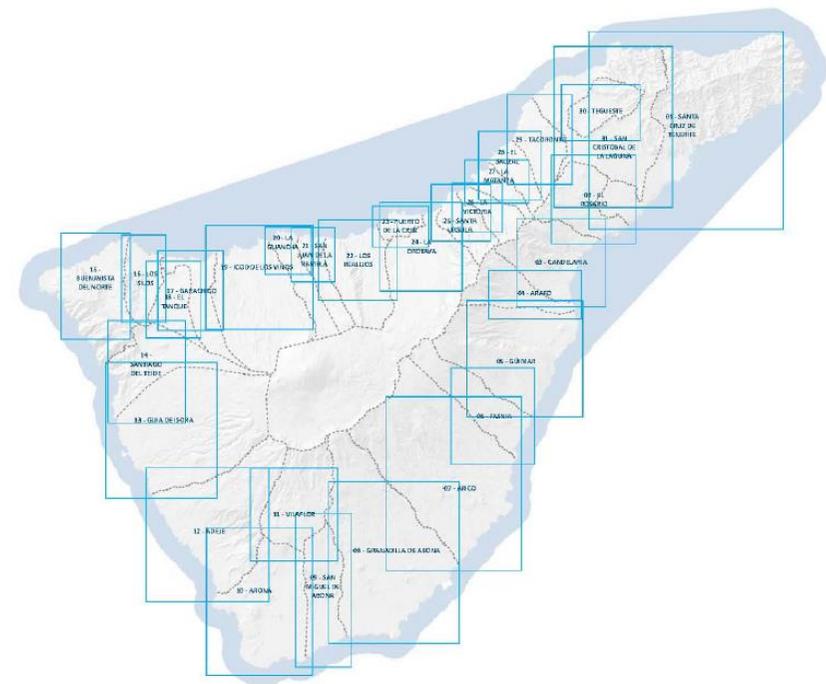
2.11.5.4 Sistemas territoriales de infraestructuras de abastecimiento de agua a las poblaciones

Son los sistemas territoriales donde se engloban las infraestructuras destinadas a abastecer el consumo poblacional. Tienen especial importancia los depósitos y las conducciones de mayor jerarquía que vierten en la red de transporte “local” el suministro de agua. El PHT 2018 considera la existencia de 31 sistemas de este tipo:

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1. Santa Cruz de Tenerife | 2. El Rosario |
| 3. Candelaria | 4. Arafo |
| 5. Fasnia | 6. Güímar |
| 7. Arico | 8. Granadilla |
| 9. San Miguel de Abona | 10. Arona |
| 11. Vilaflor | 12. Adeje |
| 13. Guía de Isora | 14. Santiago del Teide |
| 15. Buenavista del Norte | 16. Los Silos |
| 17. Garachico | 18. El Tanque |
| 19. Icod de Los Vinos | 20. La Guancha |
| 21. San Juan de la Rambla | 22. Los Realejos |
| 23. Puerto de la Cruz | 24. La Orotava |
| 25. Santa Úrsula | 26. La Victoria |
| 27. La Matanza | 28. El Sauzal |
| 29. Tacoronte | 30. Tegueste |
| 31. La Laguna | |

En la Figura 58 se representa la delimitación de estos sistemas territoriales. En el anejo 5 del PHT 2018 se detallan y localizan las infraestructuras englobadas en estos sistemas territoriales.

Figura 58. Sistemas territoriales de infraestructuras de abastecimiento de agua a las poblaciones



Fuente: PHT, 2018 (Anejo 5)



2.11.5.5 Ámbitos de implantación para las infraestructuras hidráulicas

Dentro de los sistemas territoriales de infraestructuras para el suministro de agua, tienen especial importancia la ubicación de instalaciones que albergan elementos clave generalmente empleados en el depósito y tratamiento del agua para los distintos sistemas. En la isla el PHT 2018 identifica 35 de estas instalaciones (Tabla 34), que si bien, algunas de ellas podrían no haber completado su desarrollo o se encuentran aún en proyecto, deben ser atendidas como elementos esenciales dentro de la gestión de las emergencias volcánicas.

En la Figura 59 se representan estos ámbitos de implantación y su detalle puede consultarse en el anejo 2 del PHT2018.

Tabla 34. Ámbitos de implantación para las infraestructuras hidráulicas

ID	Nombre
1	Complejo Hidráulico de El Chorrillo
2	Complejo Hidráulico Buenos Aires-Cabo Llanos (Ámbito Buenos Aires)
3	Complejo Hidráulico de Los Campitos
4	Complejo Hidráulico Buenos Aires-Cabo Llanos (Ámbito Cabo Llanos)
5	Estación Desaladora de agua de mar de Santa Cruz
6	Complejo Hidráulico del Noroeste (Ámbito Espinal Alto)
7	Complejo Hidráulico del Noroeste (Ámbito Espinal Bajo)
8	Complejo Hidráulico del Valle de Güímar
9	Estación Desaladora de agua de mar del Valle de Güímar
10	Complejo Hidráulico de Arico

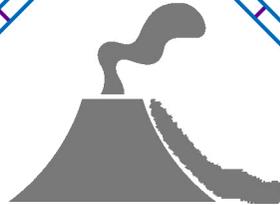
11	Complejo Hidráulico de Los Letrados
12	Estación Desaladora de agua de mar de Granadilla
13	Estación de tratamiento previo y bombeo de San Miguel
14	Estación de tratamiento previo y bombeo de Las Galletas
15	Complejo Hidráulico del Valle de San Lorenzo
16	Complejo Hidráulico de Adeje-Arona (Ámbito Las Américas)
17	Complejo Hidráulico de Adeje-Arona (Ámbito El Vallito)
18	Complejo Hidráulico de Aripe
19	Complejo Hidráulico de Las Charquetas
20	Estación Desaladora de agua de mar del Oeste
21	Complejo Hidráulico de Isla Baja (Ámbito de Ravelo)
22	Complejo Hidráulico de Isla Baja (Ámbito de Montaña de Taco)
23	Estación de Desalinización de aguas salobres de Altos de Icod (Icod I)
24	Complejo Hidráulico de El Reventón (Icod II)
25	Complejo Hidráulico Ycoden
26	Complejo Hidráulico de Cruz de Tarife
27	Complejo Hidráulico de Las Llanadas
28	Complejo Hidráulico de La Guancha - San Juan de la Rambla
29	Complejo Hidráulico de Acentejo
30	Complejo Hidráulico del Valle de La Orotava
31	Balsa de Arico
32	Balsa de Lomo Chaveña
33	Complejo Hidráulico La Vera
34	Estación Depuradora de Aguas Residual Polígono de San Isidro
35	Estación Depuradora de Agua Residual Polígono Valle de Güímar

2020

Plan de Actuación Insular
frente al riesgo
volcánico



PAIV



CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DEL RIESGO

3 EVALUACIÓN DE RIESGOS

3.1	Metodología de evaluación del riesgo	165
3.1.1	La Evaluación del Riesgo Volcánico en Canarias	165
3.1.2	La evaluación del riesgo para el PAIV de Tenerife	167
3.1.3	Metodología de evaluación del riesgo	168
3.2	La amenaza volcánica y los peligros asociados	172
3.2.1	Flujo de Coladas y Domos	174
3.2.2	Peligros asociados al emplazamiento de piroclastos	183
3.2.3	Corrientes de densidad piroclásticas (PDC) -flujos piroclásticos concentrados y oleadas piroclásticas diluidas-.....	192
3.2.4	Lahares.....	195
3.2.5	Colapsos Estructurales y Deslizamientos Gravitacionales.....	196
3.2.6	Sismos Volcánicos	197
3.2.7	Gases Volcánicos.....	199
3.3	Zonificación de la amenaza	203
3.3.1	Cartografía de los peligros volcánicos de Tenerife	203
3.3.2	Propuesta de Síntesis para la Zonificación de las Amenazas Volcánicas en Tenerife.....	212
3.4	Escenario eruptivo probable para Tenerife	215
3.4.1	Escenarios eruptivos más frecuentes	216
3.5	Exposición y elementos vulnerables	228
3.5.1	Exposición y vulnerabilidad en el contexto del PAIV.....	228
3.5.2	Fuentes de información utilizadas. Bondades e inconvenientes	228
3.5.3	Identificación y clasificación de los elementos vulnerables.....	228
3.6	Evaluación del riesgo en las zonas de amenaza volcánica	235
3.7	Zona 1: Santiago del Teide – El Tanque	238

3.7.1	Ficha.....	238
3.7.2	Población Expuesta	239
3.7.3	Nivel de Amenaza.....	239
3.7.4	Exposición y vulnerabilidad. Principales elementos afectados	239
3.7.5	Diagnóstico del grado de complejidad en la gestión de la emergencia.....	240
3.8	Zona 2A: Valle de Icod – Garachico.....	242
3.8.1	Ficha.....	242
3.8.2	Población expuesta	243
3.8.3	Nivel de amenaza	243
3.8.4	Exposición y vulnerabilidad. Principales elementos afectados	244
3.8.5	Diagnóstico del grado de complejidad en la gestión de la emergencia.....	245
3.9	Zona 2B: Santiago del Teide – Guía de Isora	247
3.9.1	Ficha.....	247
3.9.2	Población expuesta	248
3.9.3	Nivel de amenaza	248
3.9.4	Exposición y vulnerabilidad. Principales elementos afectados	249
3.9.5	Diagnóstico del grado de complejidad en la gestión de la emergencia.....	250
3.10	Zona 3: Estratovolcán Teide – Pico Viejo	252
3.10.1	Ficha.....	252
3.10.2	Población expuesta	253
3.10.3	Nivel de amenaza.....	253
3.10.4	Exposición y vulnerabilidad. Principales elementos afectados	253
3.10.5	Diagnóstico del grado de complejidad en la gestión de la emergencia.....	254
3.11	Zona 4: Icod de los Vinos – La Guancha	255
3.11.1	Ficha.....	255
3.11.2	Población expuesta	256



3.11.3	Nivel de amenaza.....	256
3.11.4	Exposición y vulnerabilidad. Principales elementos afectados	257
3.11.5	Diagnóstico del grado de complejidad en la gestión de la emergencia.....	258
3.12	Bibliografía	261



3.1 Metodología de evaluación del riesgo

3.1.1 La Evaluación del Riesgo Volcánico en Canarias

La descripción de los procesos volcánicos y sus peligros asociados, los cambios físicos y ambientales que estos pueden producir -basados en estudios geológicos, geofísico, geomorfológicos, etc.-, de un lado, y el conocimiento de los daños que estos pueden producir a la sociedad y la economía -teniendo en consideración los datos aportados por el análisis de las referencias históricas documentales- de otro, poseen un valor transcendental de cara a la implementación de la planificación de la gestión frente a los riesgos volcánicos. El conocimiento, investigación y análisis de los distintos procesos volcánicos que caracterizan a un territorio constituye un paso previo imprescindible para la planificación y gestión de sus riesgos. No obstante, conviene considerar que cada evento eruptivo es único y que el cúmulo de circunstancias y procesos que pueden producirse a lo largo de la fase pre-eruptivas, volcánicas y post-eruptivas plantean siempre numerosas cuestiones a resolver de cara a la gestión de los riesgos. Desde los sismos previos a la erupción, pasando por el establecimiento de las dinámicas y comportamientos eruptivos más frecuentes y recientes, así como la determinación de los peligros, tanto intrínsecos como extrínsecos (lavas, cenizas, flujos piroclásticos, sismos, incendios o desprendimientos, por ejemplo), la determinación de la tipología eruptiva, los peligros que se van a suceder (desprendimientos, cenizas, coladas, gases, lahares...), la población y las infraestructuras que se podrán ver afectados, etc., las dificultades para identificar con precisión

y a priori la zona donde se manifestará el fenómeno plantea siempre numerosos problemas e incertidumbres.

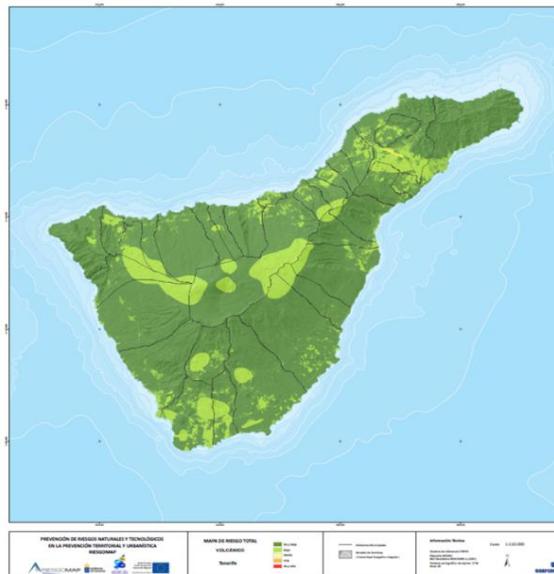
Esta realidad pone de manifiesto la necesidad de contar con una red instrumental dedicada a la vigilancia lo más completa posible y con modelos capaces de pronosticar a corto plazo, y cuando menos, evaluar en el momento del inicio del proceso sismo-volcánico aquellos peligros posibles, así como la exposición y vulnerabilidad a cada uno de estos. Si bien en Canarias la interoperabilidad de fuentes, información e instituciones no es aún la óptima para implementar este tipo de modelos y llevar a cabo diagnósticos para tiempos cortos de respuesta, la utilización de Sistemas de Información Geográfica a tiempo real en desarrollo contribuirá a una mejor y más adecuada gestión del riesgo volcánico.

Actualmente, los sistemas de planificación de emergencias se basan sobre todo en lo que se denomina evaluación a largo plazo, cuyo producto final es una zonificación temporalmente estática del riesgo. Esta zonificación se lleva a cabo en el momento del desarrollo de la planificación y suele mantenerse hasta que el plan es objeto de actualización. La situación óptima se da cuando la planificación cuenta con ambas fuentes. La evaluación a largo plazo y además un sistema de pronóstico a corto plazo, capaz de producir información coordinada durante el proceso de emergencia para el soporte en la toma de decisiones.

El Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por Riesgo Volcánico en la Comunidad Autónoma de Canarias (PEVOLCA, 2018) cuenta con una evaluación del riesgo volcánico en la que se realiza una estimación de la vulnerabilidad económica y la vulnerabilidad social en

base a la exposición de elementos vulnerables a la amenaza volcánica. La evaluación resulta en una zonificación del riesgo para la Isla a una escala de referencia de 1:25.000. En este sentido, el nuevo documento de planificación mejora respecto al anterior PEVOLCA (2010) en cuanto a la metodología de evaluación, aportando cartografía y salida gráfica, además de una descripción de los procesos volcánicos y los peligros derivados en las diferentes islas.

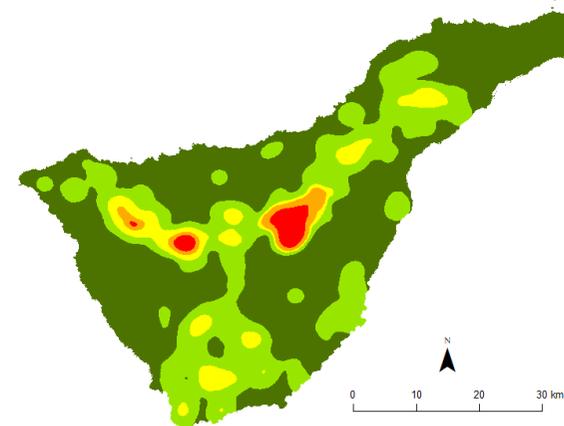
Figura 60. Mapa de “Riesgo Total” de la isla de Tenerife resultado de la evaluación de PEVOLCA 2018



Fuente: PEVOLCA 2018. Gobierno de Canarias. Grafcan

El mapa de riesgo volcánico para Tenerife anexo al PEVOLCA (2018) y denominado de “RIESGO TOTAL” (Figura 60), se obtiene como resultado de combinar los peligros volcánicos con la vulnerabilidad social (tanto individual como colectiva) y económica de los elementos expuestos, en función de su tipología y usos del suelo, después de aplicar los correspondientes valores de ponderación. Tal y como indican la mayoría de los métodos de evaluación, el análisis incorpora otros elementos susceptibles de resultar dañados, como las infraestructuras de transporte, las edificaciones, los equipamientos, etc.

Figura 61. Tenerife. Susceptibilidad frente a peligros volcánicos del PEVOLCA



Fuente: PEVOLCA 2018. Gobierno de Canarias. Grafcan

Este tipo de evaluaciones y mapas de riesgo facilitan la planificación, y además de tener en cuenta la amenaza volcánica y sus peligros derivados,

permiten identificar y localizar que elementos pueden estar más o menos expuestos. De este modo, pueden definirse medidas preventivas de mayor grado en aquellas zonas donde el riesgo presenta valores críticos.

3.1.2 La evaluación del riesgo para el PAIV de Tenerife

El sistema de evaluación de riesgo establecido por el PEVOLCA (2018) para la Comunidad Autónoma, en el ámbito insular, se fundamenta en la coordinación de información, datos y fuentes de muy diversa índole para poder gestionar con solvencia la posibilidad de realizar evaluaciones de riesgo no sólo a largo sino también a corto plazo. No obstante, conviene precisar que en las etapas iniciales de una crisis eruptiva el sistema de planificación se encuentra soportado en las estimaciones de largo plazo que se hayan realizado para definir la amenaza volcánica y los peligros que se pueden producir en la Isla. La zonificación de las amenazas y el inventario de elementos vulnerables que se desarrolla en el momento de elaborar el plan tienen también esta doble función. El Cabildo de Tenerife actualmente cuenta con una base de datos geográfica que contiene el catálogo de medios y recursos y, por ende, incluye también una importante lista de elementos vulnerables que pueden ser utilizados para la gestión de las emergencias volcánicas a corto plazo. La integración de todos estos datos, actualizados y estructurados en bases de datos en un entorno SIG, debería ser uno de los objetivos específicos a establecer de cara a la atención de la emergencia a corto plazo.

Aunque el PAIV de Tenerife asume el mapa de “Riesgo Total” (Figura 60) resultado de la evaluación realizada por el Gobierno de Canarias, realiza una zonificación de la amenaza volcánica basada en una reevaluación

actualizada de los estudios científicos previos más importantes en los que se establecen valoraciones territoriales de la distribución de los peligros volcánicos en la Isla. A partir de esta zonificación, el PAIV de Tenerife centra el análisis en la realización de un inventario de elementos vulnerables en las zonas de grado más alto de amenaza, basado en datos de los últimos años (2016-2018). Este inventario tiene el objetivo de dar sustento informativo al sistema de emergencias insular para ejercer la función principal del Plan, que tiene sobre todo un carácter logístico. En este sentido, debe tenerse en cuenta, que en el momento que se inicie un proceso de emergencia volcánica, será fundamentalmente el Comité Científico del PEVOLCA quien evalúe la amenaza volcánica y los peligros probables, estableciendo una zonificación de las amenazas a corto plazo, además de los correspondientes perímetros de seguridad. El Cabildo, a través del PAIV, deberá contar con un sistema que le permita conocer aquellos elementos vulnerables que se encuentran en las zonas amenazadas por actividad volcánica, así como los recursos y medios disponibles en las zonas de apoyo logístico. En definitiva, la metodología para la evaluación de riesgos del PAIV de Tenerife, si bien tratará los aspectos referidos a las amenazas volcánicas y la zonificación de éstas, se enfocará y centrará fundamentalmente en la identificación de elementos vulnerables para las zonas de mayores niveles de amenaza.

En consecuencia, el resultado de la evaluación del riesgo del PAIV no se verá plasmado en un mapa final de riesgo ni en una estimación o cuantificación del nivel de pérdidas, sino que contará con la descripción de los peligros volcánicos, tanto intrínsecos como extrínsecos, una zonificación de la amenaza (largo plazo) y una serie de fichas cartográficas

y descriptivas donde se identificarán e inventariarán los elementos vulnerables de las zonas de mayores niveles de amenazas. Se realizará, además, una valoración del nivel de dificultad que implicará la gestión de la emergencia.

Esta información es fundamental y de gran utilidad porque permitirá abordar, de forma satisfactoria, contenidos posteriores del Plan, principalmente la definición y desarrollo de determinados protocolos y procedimientos que requieren, con carácter previo, una delimitación geográfica precisa de la amenaza volcánica y una caracterización territorial adecuada.

3.1.3 Metodología de evaluación del riesgo

La metodología seguida en el PAIV para acometer la evaluación del riesgo no responde en sentido estricto a la definición de este concepto, que en términos de protección civil puede expresarse de la siguiente manera:

$$\text{Riesgo} = (\text{Amenaza}) \times (\text{Exposición}) \times (\text{Vulnerabilidad})$$

Como se ha apuntado, no es objeto del presente Plan la evaluación del riesgo entendido como el producto resultante de la combinación de las tres variables indicadas y su expresión o materialización en soporte cartográfico. Resulta más útil para los propósitos del PAIV una aproximación al riesgo menos ortodoxa, apoyada en la descripción de sus componentes (la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad) y en un diagnóstico del grado de complejidad que conlleva la gestión de la situación crítica derivada de la manifestación del fenómeno volcánico.

3.1.3.1 La amenaza volcánica

La amenaza volcánica está determinada por la probabilidad de que un evento ocurra con un nivel específico de intensidad (o poder destructivo) dentro de un área concreta y un periodo de tiempo determinado. En el caso de la amenaza volcánica, ésta se suele descomponer en los diferentes peligros que pueden producirse durante el fenómeno eruptivo, entre los que destacan la circulación de las coladas, la caída de piroclastos, la dispersión de cenizas, los lahares, entre muchos otros, como se indicará en epígrafes posteriores. Todos estos procesos pueden ser analizados utilizando técnicas de evaluación multicriterio, así como modelos predictivos y simulaciones.

Para la evaluación del riesgo volcánico realizada en este Plan, la amenaza se trata en dos direcciones. Por un lado, describiendo cada uno de los peligros asociados a la amenaza volcánica, identificados de acuerdo con la historia geológica y social del volcanismo en Tenerife, y por otro, realizando una zonificación de la amenaza. Todo ello, teniendo en cuenta la evaluación realizada en el PEVOLCA tanto a largo plazo, como en el sistema que establece para realizar las estimaciones durante el proceso de emergencia volcánica.

Los peligros descritos para la isla de Tenerife son:

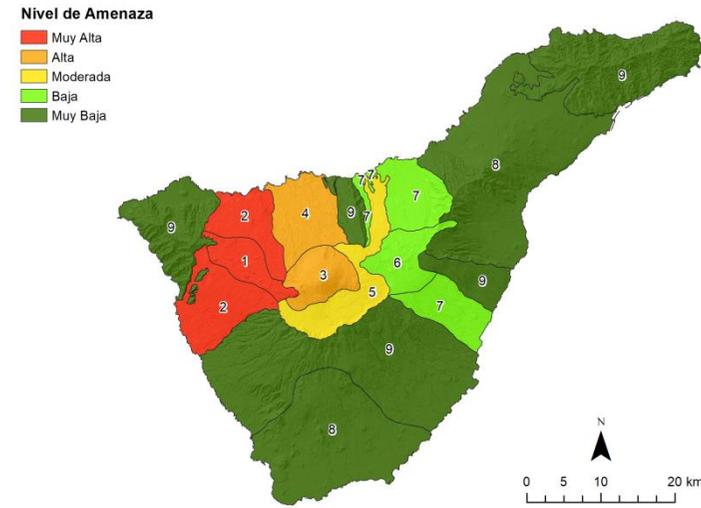
- Flujo de coladas y Domos
- Peligros asociados al emplazamiento de piroclastos y cenizas
- Corrientes de densidad piroclástica (PDC)
- Lahares

- Colapso estructural y deslizamiento gravitacional
- Sismo volcánico
- Gases volcánicos

La zonificación de la amenaza se ha llevado a cabo teniendo en consideración los datos resultantes de los estudios científicos más importantes que existen sobre la peligrosidad volcánica en Tenerife. Estos estudios no sólo establecen las áreas de susceptibilidad volcánica, o sectores más probables de ubicación de los futuros centros de emisión, sino que contienen información acerca del tipo de erupción y el posible comportamiento de diferentes peligros volcánicos (flujo de coladas, dispersión de cenizas, etc.). Entre los trabajos científicos referidos al riesgo volcánico, en este plan se asumen los escenarios eruptivos previstos en el PEVOLCA y toma como base principal el del modelo de flujo de coladas realizado por el Instituto Geológico y Minero en 2006 para la isla de Tenerife, generado en el marco del Plan Nacional de Riesgos Geológicos (PRIGEO) del Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

A partir de todos estos estudios, y teniendo en consideración criterios topográficos (zonas de sombra frente a coladas) y territoriales en la delimitación de las áreas (poblamiento y usos del suelo), se establece una zonificación espacial de los peligros, categorizada en niveles de amenaza: Muy Alta, Alta, Moderada, Baja y Muy Baja (Figura 62)

Figura 62. Tenerife. Zonificación de la peligrosidad volcánica



Fuentes: Elaboración propia a partir de las fuentes citadas

3.1.3.2 La exposición y la vulnerabilidad

Una vez zonificada la amenaza, se ha procedido a la identificación exhaustiva de elementos vulnerables para las zonas de amenaza Alta y Muy Alta.

Los elementos vulnerables se han clasificado de acuerdo con las especificaciones técnicas indicadas para el PAIV. De este modo las categorías corresponden a elementos de tipo natural, social y tecnológico (Tabla 35).

Tabla 35. Elementos vulnerables inventariados por zona

NATURAL	SOCIAL	TECNOLÓGICO
Montes Utilidad Pública Espacio Natural Protegido Zona Especial Conservación	Núcleos de población Diseminado C. Educación Infantil C. Primaria/Secundaria Centro de Salud Hospital Centro comercial C. personas discapacidad Residencia Tercera Edad Bienes de Interés Cultural Hotel Extrahot./apartamentos Hotel/casa rural Campo de fútbol Polideportivo Parque	Galerías Pozos Desaladoras Balsas Depósito urbano Red transporte agua comarcal Estación depuradora Punto de Transferencia Punto Limpio Antenas RESCAN Antenas móviles/fijas Carreteras Puentes Túneles Paradas de guaguas Estación de guaguas Explotaciones ganaderas Gasolineras/butano Helipuertos/helisuperficie Puertos comerciales Puertos deportivos

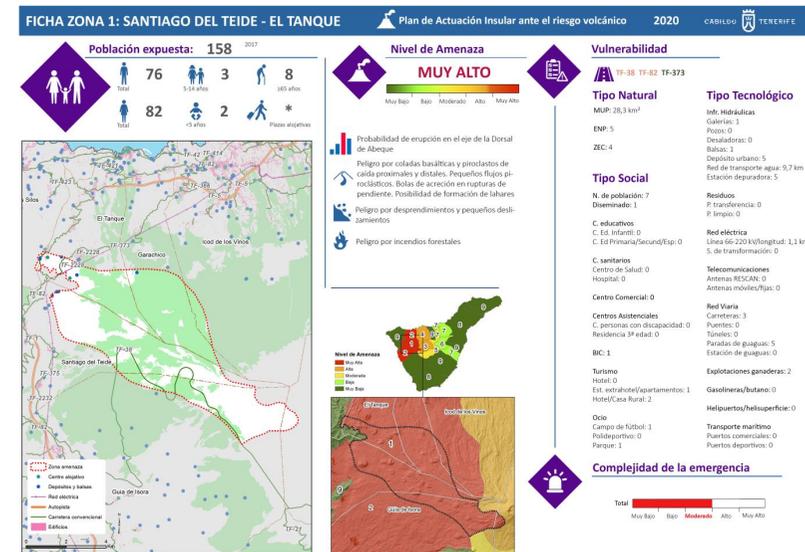
Para cada zona se realiza una ficha inventario de carácter sintético (Figura 63), donde se incluyen los principales peligros volcánicos que pueden afectar a la misma, así como su nivel de amenaza. A esta información se le incorpora el número de núcleos de población que podrían verse afectados, el número total de personas, las personas más vulnerables (mayores y niños), así como el número de plazas alojativas turísticas. Además, la ficha contempla un mapa de localización donde se representan los elementos más importantes, como las vías de comunicación, las entidades de

población, la red eléctrica y otras infraestructuras críticas, como la red de abastecimiento de agua potable, los equipamientos educativos y sanitarios, las hectáreas de masa forestal, las explotaciones ganaderas, los elementos de almacenamiento de aguas para la agricultura, etc.

Esta ficha se completa con una descripción de los elementos vulnerables expuestos que tienen mayor relevancia y que tienen la condición de ser estratégicos.

Finalmente, considerando este conjunto de información, la ficha incorpora un apartado con la estimación del grado de complejidad en la gestión de la emergencia volcánica en el ámbito objeto de estudio.

Figura 63. Ejemplo de ficha de inventario de elementos vulnerables





La ficha tiene el carácter de documento síntesis de una información más extensa y prolija contenida en un apartado descriptivo y de análisis de las principales características territoriales y socioeconómicas, que condicionan la respuesta a la emergencia, y en tablas específicas que recogen el inventario completo de elementos vulnerables¹.

¹ Durante el periodo de implantación del PAIV, dentro del sistema de respuesta a las emergencias se debería de proveer una metodología capaz de generar esta información a corto plazo y a escalas de mayor detalle.



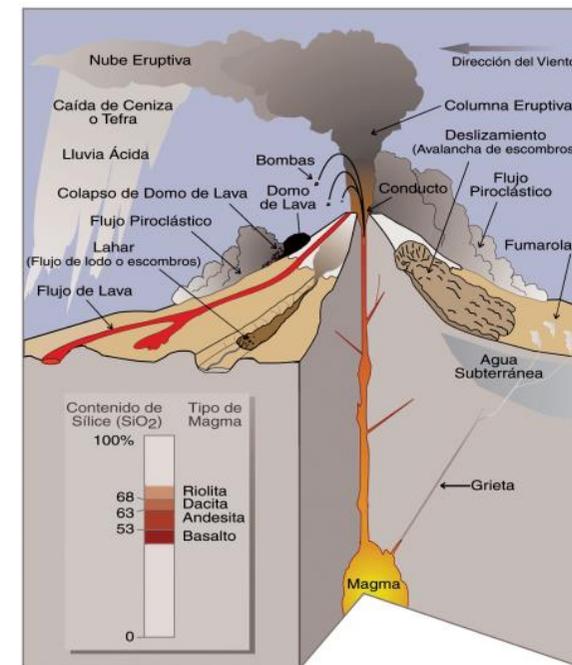
3.2 La amenaza volcánica y los peligros asociados

Durante el desarrollo de una erupción volcánica se producen una amplia variedad de procesos volcánicos susceptibles de engendrar daños. Por peligrosidad volcánica se entiende el conjunto de eventos que se producen durante una erupción y a lo largo la historia geológica reciente del área de análisis, y que son susceptibles de provocar daños a personas y bienes expuestos, por encima de un nivel de riesgo asumido (Ortiz y Araña, 1989). Los estudios de peligrosidad volcánica exigen dividir cada uno de los eventos eruptivos en procesos que se evalúan de forma independiente. Las erupciones volcánicas son ejemplos excelentes de amenazas en cascada multiriesgo debido a su naturaleza intrínseca de múltiples peligros, en la que una variedad de flujos volcánicos (flujos de lava, flujos piroclásticos, lahares), procesos de emplazamiento de piroclastos balísticos y cenizas volcánica, así como otros peligros asociados (sismicidad, deslizamientos de tierra, incendios, tsunamis o inundaciones) interactúan o impactan secuencialmente.

Las erupciones volcánicas, como muchos fenómenos naturales, abarcan una amplia gama de escalas de tamaño, tipo de proceso y duración. La masa de magma expulsada durante una erupción, las cantidades de gas liberadas y el flujo eruptivo varían en muchos órdenes de magnitud. En consecuencia, se necesitan escalas logarítmicas para categorizar los tamaños de las erupciones volcánicas, de forma muy similar a como se usa la escala de magnitud de Gutenberg-Richter para los terremotos (Pyle, 2015). En 1982 Newhall y Self crearon el Índice de Explosividad Volcánica o VEI (en inglés original Volcanic Explosivity Index). Este índice integra un

conjunto de variables específicas, como el volumen de material piroclástico generado o la altura alcanzada por la columna eruptiva, lo que permite, entre otros aspectos, determinar de manera comparativa la explosividad o virulencia asociada a un proceso eruptivo, así como su equivalencia con otras escalas tradicionales que han sido utilizadas hasta la fecha para la clasificación de la actividad volcánica.

Figura 64. Esquema de los distintos peligros volcánicos



Fuente: USGS (2000)

Figura 15. Índice de Explosividad volcánica

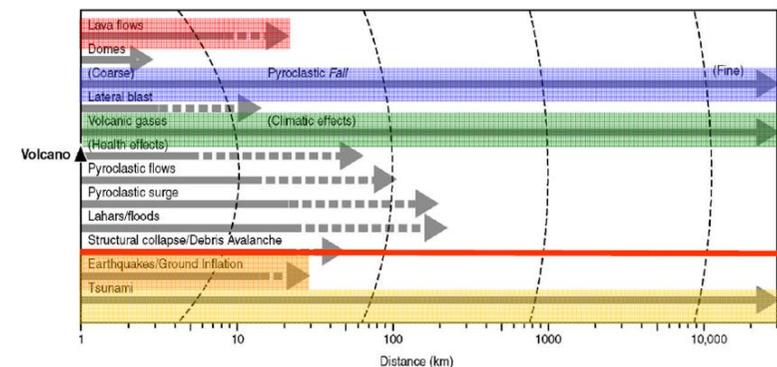
ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA (IEV)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Descripción general	No explosiva	Baja	Moderada	Moderada a grande	Grande	Muy grande				
Descripción cualitativa	Elusiva		Explosiva		Cataclísmica Paroxísmica					
Tipo de erupción	Hawaiiana		Estromboliana		Vulcaniana		Pliniana			Ultraplina
Duración (horas de erupción continua)	< 1		1 - 6		6 - 12		> 12			
Volumen de tefra (m ³)	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹	10 ¹⁰	10 ¹¹	10 ¹²	
Altura de la columna eruptiva (km)	< 0,1	0,1 - 1	1 - 5	3 - 15	10 - 25	> 25				
Inyección en la troposfera	Nula	Escasa	Moderada	Importante						
Inyección en la estratosfera	No	No	No	Possible	Segura	Significativa				
Ejemplos de erupciones	Kilauea	Estromboli	Unzen (1792)	Nevado Ruiz (1985)	M. Pelée (1902)	M. S. Helens (1980)	Krakatoa (1883)	Tambora (1815)	Toba (69 ka)	

Fuente: Newhall y Self (1982)

El VEI, como se definió originalmente, usa una escala logarítmica de 0 a 8 para describir el tamaño de una erupción, de modo que cada intervalo numérico representa un aumento de diez veces la explosividad volcánica respecto al inmediato anterior. Este índice se define por la magnitud de la erupción (volumen) y la intensidad (relación de la masa eruptiva en kg/s). En la práctica, sin embargo, el VEI de una erupción se basa principalmente en el volumen de los depósitos emitidos y la altura de la columna de las erupciones observadas. Este índice ha sido adoptado por el Programa de Volcanismo Global de la Institución Smithsonian para su uso en sus catálogos de erupciones volcánicas de los últimos 10,000 años (Siebert et

al., 2010) y, por esta razón, es muy utilizado. Sin embargo, esta escala no es útil para erupciones efusivas, que son predominantemente no explosivas y por lo tanto reciben una clasificación predeterminada de 0 o 1; tampoco se puede aplicar fácilmente a erupciones muy pequeñas que ahora pueden detectarse y analizarse de forma rutinaria usando técnicas de seguimiento (como infrasonidos y video de alta velocidad) (Pyle, 2015; Sobra delo et al, 2011). Para cubrir la gama completa de estilos eruptivos es necesario la utilización de dos escalas diferentes, una para la magnitud (volumen de material emitido) y otra para la intensidad (que mide la masa de material eruptado/tiempo).

Figura 66. Influencia de la distancia en el impacto asociado con los principales peligros volcánicos



Fuente: Modificado de Chester et al (2001)

Uno de los parámetros vinculados a la magnitud e intensidad eruptivas es el área afectada por los diferentes materiales emitidos. En 2001, Chester et al., elaboraron un cuadro donde se refleja el alcance máximo de cada

uno de los peligros volcánicos (Figura 66), donde se pone de manifiesto que los procesos vinculados al emplazamiento de depósitos de caída, gases, flujos piroclásticos s.l., y lahares son los peligros de mayor alcance.

El PEVOLCA incluye como peligros volcánicos típicos de Canarias los sismos volcánicos, los flujos lávicos (tanto máficos como félsicos), las corrientes de densidad piroclásticas, la caída de cenizas, los impactos balísticos, los colapsos estructurales y los gases volcánicos. En este plan se realiza un análisis detallado de cada uno de estos procesos, añadiendo aspectos peculiares que pueden producirse durante su desarrollo como consecuencia de los escenarios geográficos característicos de la Isla, que han provocado en el pasado volcánico más reciente graves daños.

3.2.1 Flujo de Coladas y Domos

Los flujos de lavas están constituidos por materiales fundidos, emitidos de forma más o menos tranquila y no explosivamente desde un volcán, que se desplazan fluyendo desde el mismo hasta centenares de metros o pocas decenas de km. Las lavas son rocas de composición homogénea emitidas en forma de flujo durante una erupción volcánica. Los rasgos característicos de este tipo de flujos y de sus impactos asociados están determinados por factores como el tipo de magma y su viscosidad, volumen de lava emitido por unidad de tiempo (tasa de emisión), el volumen total emitido y la pendiente de la superficie sobre la cual se lleva a cabo su drenaje y emplazamiento, (Williams & McBimey, 1979), que determinan la velocidad de avance.

De todos estos factores, el primero es el más importante (Walker, 1973). En los casos de caudales bajos ($< 10\text{m}^3/\text{s}$), las lavas basálticas tienden a producir numerosos flujos pequeños que se apilan cerca al centro de emisión y por lo tanto no se extienden a distancias considerables. En contraste con los grandes flujos formados por lavas de composición basáltica y básica en general, las lavas más viscosas tales como las dacitas y riolitas, que típicamente son emitidas a bajas tasas, forman flujos de lava cortos y gruesos, o domos empinados, que cubren unos pocos kilómetros cuadrados. Aunque las tasas efusivas de los domos son bajas y los flujos de lava suelen ser cortos, los domos pueden colapsar repentinamente o explotar para formar corrientes de densidad piroclásticas, explosiones laterales y altas columnas eruptivas. Los factores que influyen en los colapsos son: tasa eruptiva, volumen, geometría o resistencia del domo, permeabilidad y presurización y precipitación, caída de cenizas (Manga et al, 2017). Sin embargo, todavía no es posible predecir las dimensiones, el estilo y el momento de tales eventos. Las erupciones domáticas tienden a poseer largos períodos eruptivos (de años a décadas), pero pueden ser episódicas, con largas pausas de calma, y mostrar transiciones de mecanismos efusivos a explosivos difíciles de explicar y pronosticar ([Manga et al, 2017](#)).

Por otro lado, es necesario reseñar que las lavas se comportan como fluidos plásticos *Bingham*, ya que para empezar a moverse es necesario superar una cizalla umbral. Una lava sólo puede moverse si el esfuerzo horizontal consecuencia de su peso puede superar el esfuerzo umbral; este hecho ocurre cuando el flujo de lava supera una altura crítica, que varía desde los 50 metros para las lavas más viscosas y los menos de 20 cm para

las lavas fluidas. Una vez que un flujo lávico ha alcanzado su altura crítica, la lava se mueve en función de la pendiente. Cuando la lava no puede moverse como un fluido se rompe en bloques que caen rodando, acompañados de una nube de cenizas y gases (Ortiz, 2000).

La velocidad del frente de avance de los flujos lávicos y el área cubierta por los mismos determina su mayor o menor impacto. Cuando la lava discurre sobre un plano se expande en todas las direcciones, de forma que su espesor corresponde en cada punto a su altura crítica. Sin embargo, cuando la lava corre confinada por el interior de los barrancos, no puede expandirse lateralmente y como resultado se produce un aumento de su altura crítica (Ortiz, 2000). De este modo, cuando la lava se canaliza en barrancos, o es drenada durante su emplazamiento mediante tubos volcánicos, tiende a recorrer grandes distancias sin perder temperatura, manteniendo una alta movilidad hasta sectores muy alejados del centro emisor. Velocidades de hasta 16 km hora se han medido en canales abiertos, mientras que en el interior de los túneles estas velocidades pueden incrementarse hasta alcanzar los 100 km/h (Ortiz, 1996). Uno de los flujos de lava más destructivos fue el asociado a la erupción del Nyiragongo (Zaire) en 1997, ya que en menos de una hora, más de 20 millones de metros cúbicos de lava muy fluida fueron drenados súbitamente a través de fracturas abiertas en las laderas del volcán e inundaron los alrededores, destruyendo 400 viviendas y ocasionando la muerte de 70 personas ([UNDRO, 1985](#)).

Las lavas altamente viscosas se mueven lentamente (desde unos pocos metros por día hasta algunos kilómetros por hora). Su superficie exterior suele estar constituida por bloques heterométricos desordenados; a

medida que avanza la coladas los bloques del frente lávico se fragmentan y ruedan dando lugar a la formación de pequeñas avalanchas calientes. Este tipo de flujos varían en longitud desde unas pocas decenas de metros a varios kilómetros (raramente alcanzan longitudes de más de 8 km desde el centro emisor); en anchura pueden llegar a tener desde sólo unas pocas decenas de metros hasta varios cientos de metros, y en espesor desde un quinto a la mitad de su anchura (UNDRO-UNESCO, 1987). A menudo los flujos de lava viscosos se apilan sobre los centros de emisión, formando flujos cortos y espesos que generan la construcción de estructuras volcánicas de tipo domático. Estos domos suelen crecer por extrusión de muchos flujos individuales con espesores mayores a 30 m. durante períodos de meses o años, con velocidades de menos de unos pocos metros por hora. Estas estructuras pueden colapsar para formar flujos piroclásticos de movimiento rápido.

Las lavas de baja viscosidad se desplazan rápidamente, extendiéndose a decenas de kilómetros desde los centros eruptivos, ya sea como lóbulos semejantes a lenguas o como láminas de lava de mayor amplitud, dependiendo de la topografía por la cual se efectúa su derrame. Los flujos en forma de lóbulos alcanzan varias decenas de km de longitud y más de un km de ancho y su espesor varía entre menos de un metro hasta varias decenas de metros. Los frentes de lava fluidas avanzan a velocidades que oscilan entre decenas de metros a decenas de km por hora. En pendientes pronunciadas pueden llegar a alcanzar los 10 km/h (2,8 m/s), pero generalmente poseen velocidades de menos de 1 km/h (0,27 m/s) en sectores de pendientes suaves ([USGS, 2018](#)).

La duración de la erupción es otro de los factores que interviene en el grado de peligro de los flujos lávicos (Harris, 2015). El incremento de la duración de una erupción posibilita la formación de campos lávicos compuestos de mayor volumen y la posibilidad de que los flujos sean derramados a través de tubos volcánicos estables, permitiendo el emplazamiento de flujos en áreas distales, incluso con tasas de efusión bajas (Harris, 2015).

Independientemente de su viscosidad, un flujo de lava destruye totalmente todo lo que no se pueda mover o quitar de su camino (viviendas, carreteras, redes eléctricas o de abastecimiento de agua, etc.). La relativa fluidez de las coladas de lavas basálticas determina que posean bajo poder destructor sobre las estructuras, siendo frecuente que los edificios queden rodeados por la lava sin sufrir daños estructurales graves. No obstante, cuando las lavas muestran alturas superiores a las edificaciones aumentan su poder destructivo y terminan por arrasirlas. Las posibilidades de protección de bienes inmuebles son prácticamente nulas. La resistencia al impacto de las construcciones está también asociado a su diseño, especialmente importantes son la orientación de la construcción respecto a la dirección del flujo y el tipo de material. Por ejemplo, las paredes en ángulo recto opuestas al frente de avance suelen ser más susceptibles que las orientadas de forma paralela al mismo (Harris, 2015).

Blong (1984), señala que los edificios pueden colapsar (debido a la carga y presión ejercida por la lava), ser enterrados (debido a procesos de inundación o inflación de los flujos), incendiarse (como consecuencia de las altas temperaturas de la lava), ser inundados (cuando la lava entra dentro

de las habitaciones), ser levantados y transportados, provocar deformación y fallamiento de su base y ser afectados por los clastos caídos desde el frente o el margen de los flujos. El resultado es siempre la destrucción total o parcial de estas estructuras.

Habitualmente la velocidad de movimiento de la mayoría de las lavas es lenta, permitiendo la evacuación de personas y animales. No obstante, conviene tener presente que en sectores de fuerte pendiente o en puntos de rupturas de pendiente pronunciadas, la lava puede moverse más rápidamente que las personas, aun corriendo. Por otro lado, el drenaje de las coladas de lava puede llevarse a cabo a partir de flujos secundarios y dar lugar a la formación aguas abajo de varios brazos de lava individualizados, que de cara a la gestión conviene considerar, ya que pueden volver a unirse tras recorridos de varios cientos de metros, dejando áreas cerradas entre ellas que evidentemente deben ser consideradas de cara a su evacuación.

Durante la mayoría de las erupciones se produce la emisión de flujos lávicos más o menos voluminosos, aunque son procesos especialmente relevantes en erupciones de baja explosividad. Estos pueden dar origen a pérdidas materiales importantes, pero sólo en circunstancias excepcionales, como hemos mencionado, llegan a suponer una amenaza real para las vidas humanas (Solana, 2010). La muerte por flujos lávicos son un hecho raro y son debidas fundamentalmente a imprudencias y a la intoxicación producida por la desgasificación de las lavas (Ortiz, 1996) o asociarse a explosiones cuando la lava durante su emplazamiento interactúa con cuerpos de agua (USGS, 2018). Sin embargo, la elevada temperatura de una lava en movimiento, que puede superar los 1000°C,

genera procesos de irradiación térmica en sus proximidades. Estos procesos de irradiación, o el calor de la propia colada, pueden llegar a producir lesiones en los observadores o provocar incendios en formaciones vegetales con alto poder de combustión (Carracedo et al., 2015; Romero et al., 2015). Muchos de los peligros asociados a flujos lávicos sobre las personas y animales pueden evitarse manteniendo a las personas y observadores a una distancia segura de los puntos de mayor peligrosidad, como sectores de engrosamiento lávico, frentes inestables o de movimiento rápido, rupturas de pendiente o puntos de redistribución lávica.

En general, los flujos lávicos implican otras situaciones de peligro que no siempre son tenidas en cuenta. Entre éstas, la más evidentes están asociadas a los procesos de desgasificación producidos durante su emplazamiento y enfriamiento. El conjunto de gases volcánicos que son liberados a la atmósfera durante este proceso es diverso, y su contenido se abordará de manera específica más adelante. No obstante, cabe destacar la presencia de emisiones gaseosas más densas que el oxígeno, que tienden a acumularse en zonas topográficamente deprimidas. En función de su concentración, estas pueden llegar a sustituir en estos sectores a las concentraciones normales de oxígeno, lo que puede dar lugar a la muerte por asfixia de personas y ganado. Estos procesos de desgasificación pueden tener lugar de manera repentina, asociada a cambios bruscos en la pendiente, que generan la fragmentación de los flujos lávicos y el aumento de su porosidad. Se trata de un contexto especialmente peligroso que puede llegar a desencadenar flujos piroclásticos de entidad, en los que esta fracción gaseosa, mezclada con el aire, transporta violentamente el

material fragmentado ladera abajo, incorporando otros elementos a su paso.

Por otro lado, es de interés especial la consideración de la interacción de la lava con depósitos de agua, e incluso de combustible (gasolineras), tanques de gasolina o depósitos de materiales inflamables. En este sentido es conveniente señalar que los materiales plásticos se degradan a temperaturas muy bajas, desprendiendo gases que son a su vez tóxicos y corrosivos. Este tipo de material constituye hoy en día una parte importante de estructuras como edificios o coches y aumentan considerablemente la vulnerabilidad (Ortiz, 1996).

Otros peligros asociados al emplazamiento de flujos lávicos son:

- 1- Generación de grandes incendios en masas forestales.
- 2- Explosiones resultantes de la acumulación de metano por combustión de la vegetación bajo las lavas.
- 3- Procesos de inversión del relieve, que pueden determinar nuevas áreas de vulnerabilidad no existentes con anterioridad.
- 4- Bloqueo de valles por las lavas y represamiento de la escorrentía, que puede terminar por causar procesos de aluvionamiento e inundaciones.
- 5- Colapsos de los frentes de lava y generación de flujos piroclásticos, tipo bloques y cenizas.
- 6- Cambios en la composición química del agua.

7- Problemas asociados a los observadores, visitantes y turistas en las zonas peligrosas.

En sectores de costa, la entrada de coladas en el mar también da lugar a procesos violentos de desgasificación que potencialmente pueden generar víctimas mortales.

En Canarias, a todos estos factores hay que añadir, además, los peligros ocurridos durante el emplazamiento de flujos de lava históricos que se derivan de la propia configuración topográfica del territorio. Entre estas situaciones de peligro caben destacar las siguientes:

3.2.1.1 Desprendimiento de fragmentos y grandes bolas de acreción.

La existencia de cambios acentuados en la pendiente, como escarpes, bordes de barranco y cantiles litorales o prelitorales, dan lugar a la fragmentación de la colada en bloques o fragmentos, aún calientes, que son capaces de rodar de manera individualizada ladera abajo. Estos desplazamientos se producen a mayor velocidad que la presentada por los frentes de colada (Araña, 1999, en Romero et al., 2015), por lo que pueden extenderse más allá del frente de las mismas y provocar daños antes de la llegada del propio flujo volcánico.

Estos fragmentos rocosos incandescentes pueden descender ladera abajo en forma de bolas de acreción, generando daños por alcance o impacto, con un poder de afección importante en elementos no móviles del territorio (viviendas, red de abastecimiento de agua, red viaria...). Si estas

sobrepasan los límites de la colada y continúan en movimiento pendiente abajo, dan lugar a una situación de peligro añadido, capaz de afectar a sectores lejanos a los frentes de avance de las propias coladas de lava (Romero et al., 2015). El interior incandescente de estas bolas de acreción genera, además de su impacto directo, la posibilidad de producir incendios.

Las bolas de acreción son fragmentos lávicos superficiales que, como norma general, tienen tendencia a constituir bloques de forma más o menos esférica (Wentworth y McDonald, 1953). Las dimensiones de estos clastos son muy variables, oscilando desde los pocos centímetros a varios metros, siendo el diámetro mayor reseñado de 6 metros (Stevenson et al, 2012). Tamaños similares a este se encuentran con facilidad en las coladas históricas y holocenas de las islas de Tenerife, El Hierro, Lanzarote y La Palma. Atendiendo a las especificidades de su génesis, las bolas acrecionales pueden dividirse en dos grandes grupos:

- Aquellas cuyo origen se asocian a la inmersión de un fragmento de roca sólida pero aún a muy alta temperatura en el corazón fundido de la colada de lava. Durante el proceso de emersión o vuelta a la superficie, la roca original queda recubierta por completo de una capa superficial de lava en estado líquido, que va enfriándose a medida que es expulsada hacia la superficie. Este proceso puede repetirse múltiples veces, añadiendo capas sucesivas y concéntricas al fragmento de roca original (McDonald, 1943; Stevenson, 2012; Goya, 2017).

- Inmersión de bloques erráticos – restos del edificio volcánico o incluso de la propia colada– en el fluido lávico, permitiendo su recubrimiento parcial o total, en función de su volumen, el caudal de lava de la colada y la pendiente, entendida esta como un factor determinante para favorecer la rotación o movimiento del bloque y su recubrimiento (Valentine y Gregg, 2008).

Existen al menos otras dos tipologías de materiales que tradicionalmente han sido interpretados como bolas acrecionales, cuya génesis, también vinculada a flujos de lava, no implica el recubrimiento por “acreción” de material lávico de un núcleo o nódulo central. Ambas se asocian a sectores de fuertes pendientes, en los que los flujos lávicos se desestructuran y parte del material superficial de las coladas de lava se desagrega, rodando ladera abajo. Este es el caso de fragmentos masivos de roca basáltica que ruedan o rebotan aun calientes sobre una superficie de colada que no permite su inmersión. El producto resultante es una roca masiva tanto en su superficie como en su interior, de formas redondeadas, esféricas o semiesféricas, fruto de la fricción y de los impactos sufridos durante el proceso de emplazamiento. Un segundo tipo de materiales esféricos o semiesféricos que se acumulan sobre la superficie de las coladas de lava corresponden a fragmentos redondeados por simple fricción a medida que la colada avanza. Se trata normalmente de fragmentos de pequeño o muy pequeño tamaño, todos ellos clastos asociados a la superficie de coladas distales, resultado del desgaste de fragmentos de lava escoriácea que continua en movimiento una vez enfriado parte importante del material que se acumula en superficie (Goya, 2017).

En general, las bolas acrecionales son capaces de dar lugar a importantes afecciones en estructuras, vegetación y cultivos por simple impacto, o generar incendios en puntos alejados de los frentes lávicos activos, incrementando considerablemente el poder destructivo de las coladas (Romero y Beltrán, 2015).

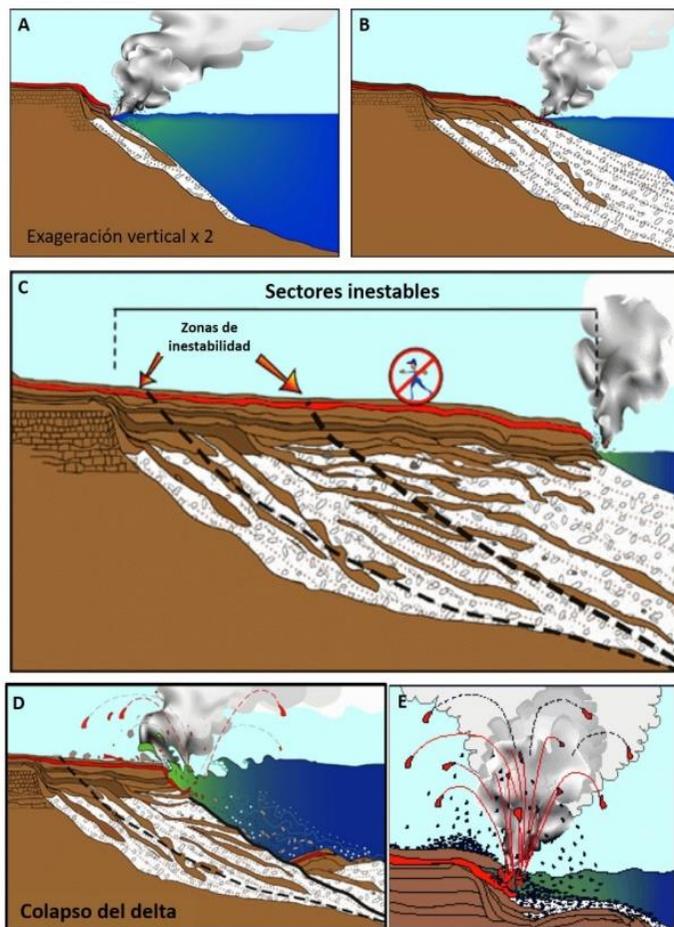
3.2.1.2 Peligros asociados a la entrada de lavas en el mar.

La llegada de lavas a la costa da lugar a una serie de peligros volcánicos, recientemente establecidos a partir del estudio de los daños producidos en los últimos años por la entrada de coladas de lava en el mar en la isla de Hawaii ([USGS, 2018](#)). Los peligros que se producen en los sectores de contacto de flujos lávicos con el agua del mar son:

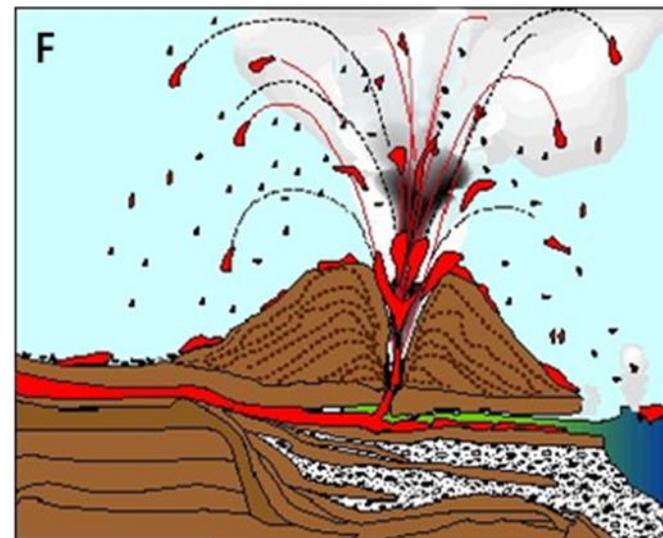
3.2.1.2.1 Colapsos generados en los deltas y plataformas lávicas y en los acantilados adyacentes al mar

La formación de deltas y plataformas lávicas y su desestabilización suponen un riesgo local significativo, especialmente relevante en las costas de islas volcánicas oceánicas (Poland y Orr, 2014), habitualmente muy ocupadas por el hombre.

Figura 67. Evolución de un delta lávico y peligros asociados



Fuente: [USGS, 2018](https://www.usgs.gov/)



Fuente: [USGS, 2018](https://www.usgs.gov/)

Aunque estos procesos han sido definidos para las lavas pahoehoe de volcanes hawaianos, el estudio de las lavas aa en Canarias muestra estructuras que se generan mediante procesos similares (Guillen, 2012). Cuando los flujos lávicos se introducen en el mar pueden dar lugar a un aumento de la superficie insular mediante la creación de plataformas de planta habitualmente en abanico, conocidas como deltas lávicos. La lava que se vierte al océano desde flujos superficiales o mediante canales y tubos lávicos interiores, se fragmenta por debajo del nivel del mar como consecuencia de su contacto con el agua y da lugar a un nivel basal de carácter brechoide sobre el que se apoyan los flujos volcánicos que construyen el delta sobre el nivel del mar (Figura 67. A y B). Cuando este

nivel basal se asocia a una pendiente submarina relativamente elevada, el frente del delta de lava sobre el nivel del mar puede desestabilizarse y terminar colapsando (Figura 67. C y D), dando lugar a deslizamientos submarinos. Estos colapsos pueden provocar también explosiones muy violentas (Figura 67. E) o desencadenar la caída al mar del frente de lavas a lo largo de cientos de metros.

Por otro lado, la formación de estos deltas lávicos conlleva otros peligros de especial relevancia que se asocian a la entrada de coladas de lava en el mar y a la posibilidad de contacto de la lava con el agua, pudiendo generar la formación de volcanes litorales o pseudocráteres (Figura 67. F). Estos pequeños edificios escoriáceos se forman a partir del contacto repentino de la lava con el agua que da lugar a la emisión de rocas calientes y lavas con temperaturas de aproximadamente 1150°C, con diámetros de hasta 1 m que se distribuyen a más de 250 m. tierra adentro del delta, con una superficie afectada similar a la de varios campos de fútbol.

Los deltas de lava, formados por la acumulación de flujos de lava dentro del mar (Nemec, 1990; Lipman y Moore, 1996; Ramalho et al., 2013; Bosman et al., 2014), con frecuencia son inestables y los colapsos del delta pueden potencialmente causar otros fenómenos secundarios peligrosos, como explosiones litorales y tsunamis (Jurado-Chichay et al., 1996; Mattox y Angan, 1997; Chiocci et al., 2008; Poland y Orr, 2014). El desmoronamiento de los mismos a menudo van acompañados de explosiones de intensidad moderada que pueden dar lugar a la formación de tephra y a la proyección de bloques líticos angulosos y cantos rodados cientos de metros tierra adentro (Poland y Orr, 2014). La posibilidad del desarrollo de este tipo de fases explosivas asociado al colapso de peanas

lávicas supone en sí mismo un peligro localmente muy significativo e igualmente imprevisible

A pesar de que puede llegar a ser recurrente el desarrollo de episodios de explosividad moderada asociada a colapsos masivos o parciales de un delta lávico litoral, uno de los mayores peligros potenciales que se asocia al colapso de estas estructuras es la posible generación de tsunamis (Di Traglia et al, 2018). Pueden ser generados tanto por el colapso del conjunto de la estructura de la plataforma o delta – incluyendo su parte subaérea – como por el deslizamiento masivo de la parte sumergida de estas estructuras (Bonaccorso et al., 2003; Chiocci et al., 2008).

Estos procesos pueden desarrollarse en intervalos temporales de meses (entre otros, Poland y Orr, 2014 y Di Traglia et al, 2018), por lo que el colapso de estas estructuras es un peligro probable y significativo, a tener en cuenta incluso una vez finalizado el proceso eruptivo. Como señalan Lockwood y Hazlet (2010): “las explosiones secundarias son difíciles de predecir y suponen un grave peligro para las personas atraídas por la visión escénica “segura” de las erupciones efusivas, tal y como se ha puesto de manifiesto recientemente durante la erupción del Kilauea de Julio de 2018, en la que una de estas explosiones litorales causó 23 lesionados por impacto directo de los materiales expulsados (Figura 68).

3.2.1.2.2 Olas de agua de mar caliente

Las lavas que constituyen los deltas poseen temperaturas del orden de los 1000°C de modo que cuando una ola de gran envergadura barre su superficie puede alcanzar rápidamente temperaturas muy altas. Estas olas

calientes pueden dar lugar a muertes, por la inhalación del vapor ácido y a quemaduras graves, de personas situadas en su proximidad ([USGS, 2018](#)).

Figura 68. Explosión litoral de las lavas del Kilauea el 17 de julio de 2018



Fuente: [Diario del Viajero, 2018](#)

3.2.1.2.3 Nubes de vapor por contacto lava/agua

Cuando una colada durante su derrame penetra en el mar, en la zona de contacto con el agua se forma una nube de vapor blanca (Figura 69). A medida que el agua se calienta se producen una serie de reacciones químicas y físicas que dan lugar a una mezcla de vapor condensado, ácido

clorhídrico y diminutos fragmentos de vidrio volcánico. Esta nube arrastrada por el viento genera una bruma blanca que ha sido denominada como “*laze*” (abreviatura de lava y bruma en inglés) que puede causar irritación de la piel y los ojos, así como dificultades para respirar, y que por tanto debe evitarse.

Figura 69. Nubes de vapor por la entrada de las lavas en el mar durante la erupción de San Juan, La Palma, 1949



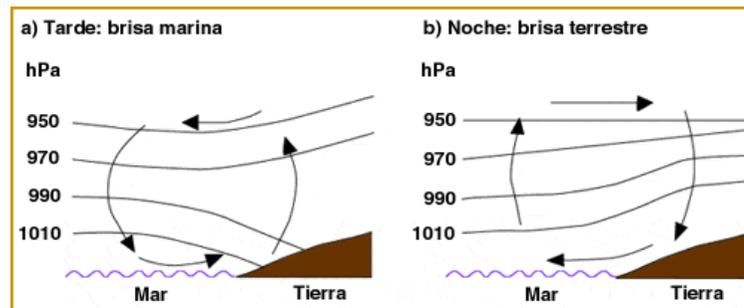
Fuente: [FEDAC](#)

El desigual calentamiento entre el mar y la tierra genera flujos de aire a lo largo del litoral, en condiciones de calma atmosférica. Durante el día, la tierra se calienta rápidamente y da lugar a la expansión del aire situado por

encima, creando un gradiente de presión por el que el aire se desplaza de mar a tierra (Figura 70). La intensidad del viento va en aumento con la insolación hasta media tarde, dejándose sentir varios km tierra adentro, aunque con velocidades débiles de entre 4 y 7 m/s. Por la noche, la célula convectiva generada por las diferencias térmicas se invierte como consecuencia del rápido enfriamiento de la tierra, haciendo que el viento se mueva de tierra a mar.

Este sistema de brisas marinas determina que las plumas de vapor generadas por el contacto de las lavas con el agua del mar se muevan de mar a tierra durante el día y de tierra a mar durante la noche. Este hecho puede ocasionar no sólo daños en los observadores en tierra sino también una mala calidad del aire en las zonas situadas a sotavento de la columna de vapor.

Figura 70. Esquema de las brisas costeras

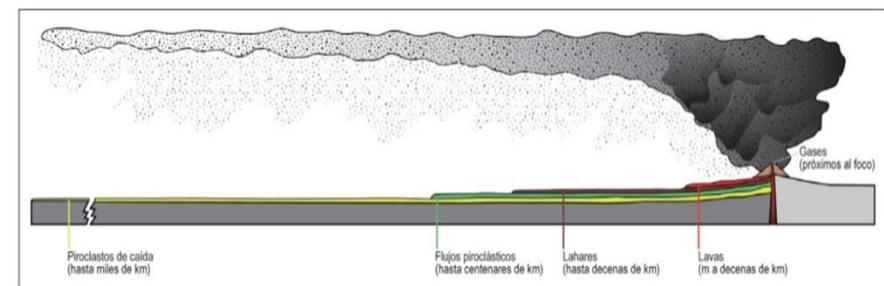


Fuente: Modificado de López et al., 1992

3.2.2 Peligros asociados al emplazamiento de piroclastos

Los depósitos piroclásticos se asocian a erupciones de muy distinto comportamiento, con explosividad desde baja a muy alta, y a magmas de muy diversa composición, desde basáltica a silíceo. Durante las fases o las erupciones explosivas el magma es expulsado a la atmósfera en forma de fragmentos líquidos y sólidos, siendo eyectados hacia arriba desde el cráter para formar fuentes de lava o dar lugar a columnas eruptivas. Dependiendo del mecanismo de transporte y emplazamiento los depósitos piroclásticos se clasifican en depósitos piroclásticos de caída y depósitos piroclásticos de flujo. Corresponden a los productos volcánicos de mayor dispersión espacial, pues pueden emplazarse en áreas muy distantes del centro emisor, e incluso llegar a afectar a todo el globo (Figura 71).

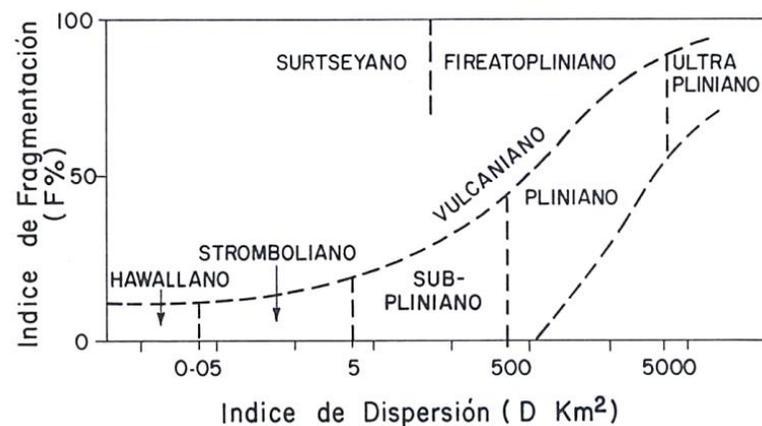
Figura 71. Comparación entre las distancias alcanzadas por los depósitos piroclásticos y otros productos volcánicos



Fuente: Pérez-Torrado et al, 2015

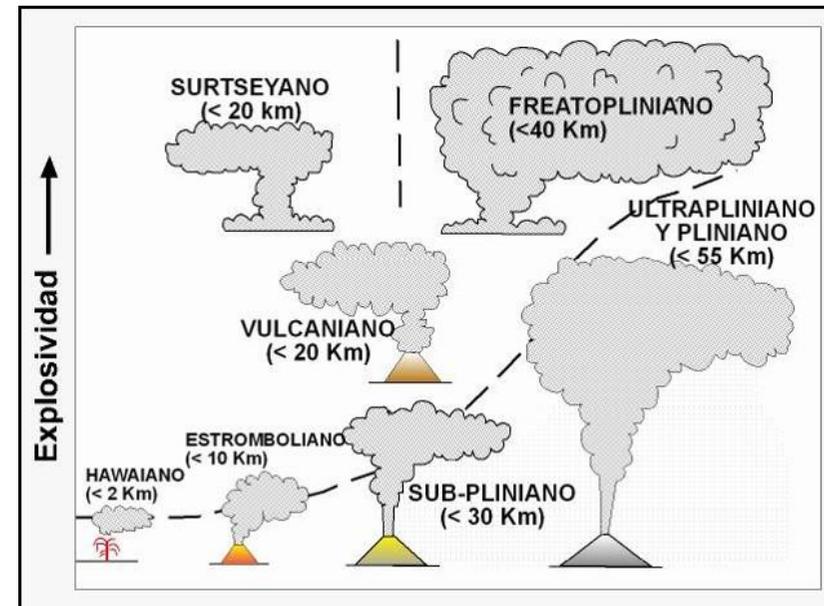
La metodología desarrollada para el estudio de los depósitos generados por estos procesos permite conocer en detalle los distintos tipos de erupciones. La clasificación más utilizada está basada en dos parámetros: índice de dispersión e índice de fragmentación (Walker, 1973). El primero (D), corresponde al área en que se dispersa un determinado depósito de caída y depende fundamentalmente de la altura de la columna eruptiva, a mayor altura mayor índice de dispersión. El segundo (F), índice de fragmentación, depende esencialmente de las condiciones en las que se desarrolla la erupción y de la reología del material fundido. La relación entre ambos índices D y F constituye un índice de intensidad de la erupción (Ver Figura 72 y Figura 73).

Figura 72. Clasificación de las erupciones en función de los índices de Dispersión (D) y fragmentación (F), (Walker, 1963)



Fuente: Walker, 1963

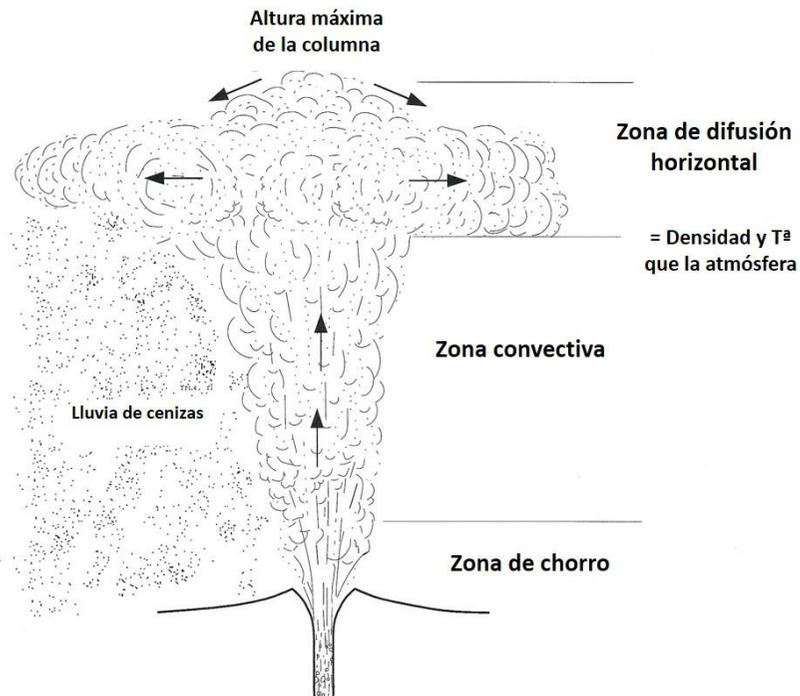
Figura 73. Diagrama de la clasificación de las erupciones en función de su intensidad



Fuente: Modificado de Cas y Wright, 1987

Este esquema incluye desde grandes erupciones plinianas, con columnas sostenidas de gran altura y depósitos de tefra distribuidos por amplias áreas, erupciones vulcanianas intensas, pero de corta duración, erupciones estrombolianas con columnas eruptivas moderadas y fuentes de lava asociadas a eventos de tipo hawaiano.

Figura 74. Estructura de una columna eruptiva



Fuente: Modificado de Carey et al, 2000

Las erupciones más explosivas, con mayores índices de fragmentación y dispersión, dan lugar a la formación de columnas eruptivas sostenidas de disposición vertical, en las que se pueden identificar tres zonas (Figura 74). La zona de chorro corresponde a la parte basal de la columna y está dominada por la energía cinética y se rige por las leyes de la balística, de ahí que los productos emitidos desde este sector sean denominados

productos de proyección balística. La zona de chorro deja paso a una zona convectiva caracterizada por la disipación de la energía térmica; el techo de esta zona se alcanza cuando la temperatura y densidad de la columna eruptiva es igual a la de la atmósfera que la rodea. Por encima de este nivel la columna sigue ascendiendo por su propio impulso hasta alcanzar una altura donde se expande horizontalmente, formando la zona de difusión horizontal, la cual está sujeta a la interacción con los vientos dominantes de la alta atmósfera.

Estas columnas eruptivas juegan un papel fundamental en el transporte masivo de piroclastos (Carey & Sparks, 1986). En este sentido, la altura de la columna eruptiva está determinada por la temperatura del material emitido y por la tasa de emisión del mismo, las cuales, junto a la dirección y fuerza del viento, son los principales factores que controlan el transporte de tefra a grandes distancias. Los depósitos piroclásticos de caída se forman durante las erupciones explosivas por la sedimentación de los piroclastos a través de la atmósfera a partir de la zona de chorro y / o de otros sectores de la columna eruptiva. Los piroclastos más gruesos no entran en la zona convectiva, sino que se desprenden desde elevaciones de no más de unos cientos de metros de la base de la columna siguiendo trayectorias balísticas independientes y se acumulan alrededor del centro emisor. Los fragmentos de menor tamaño se distribuyen en áreas más alejadas, depositándose a km o decenas de km en función del tamaño del grano y la dirección e intensidad del viento. Las erupciones más violentas fragmentan el magma y las paredes de los conductos eruptivos dando lugar a cenizas cuya emisión puede alcanzar decenas de km de altura y ser distribuida por el viento a cientos e incluso miles de km.

3.2.2.1 Piroclastos de caída

Los piroclastos de caída constituyen fragmentos de lava (bombas, escorias, cenizas...) o roca de caja (bloques) que son emitidos durante erupciones o fases explosivas. Corresponden a fragmentos de muy distinta granulometría que cubren de forma más o menos homogénea el territorio y que tienen como rasgo distintivo su deposición partícula a partícula. El mecanismo de emplazamiento y transporte de estos fragmentos permite la distinción entre los depósitos piroclásticos balísticos, que se depositan siguiendo trayectorias parabólicas, y los depósitos piroclásticos de dispersión, formados a partir de la dispersión horizontal de columnas eruptivas.

Los piroclastos de caída son clastos volcánicos con tamaños que oscilan entre unos pocos centímetros a varios metros de diámetro que se separan de la columna eruptiva siguiendo trayectorias prácticamente parabólicas (Wilson, 1972; Fagents y Wilson, 1993, Bower y Woods 1996). Su velocidad de emisión pueden alcanzar cientos de metros por segundo y el emplazamiento de cada fragmento se produce partícula a partícula a distancias de entre 1-5 km, según la intensidad de la erupción (Blong, 1984; Breard et al., 2014). Los clastos balísticos impactan en el suelo con una fuerza considerable, produciendo cráteres de impacto; la posición y forma de estos cráteres indican la dirección de la fuente. La distribución de los piroclastos balísticos (distancia respecto al centro emisor, dirección, área y densidad) está condicionada por la naturaleza y grado de fragmentación del magma, el tipo de mecanismo eruptivo, la energía,

profundidad y dirección de las explosiones, e incluso por la morfología del cráter (Breard et al., 2014).

Un estudio reciente de Fitzgerald et al. (2017) señala que los productos emitidos como materiales balísticos constituyen un peligro potencialmente dañino y mortal durante el desarrollo de las erupciones volcánicas. Las personas pueden sobrevivir la caída de bombas pequeñas en un refugio mínimo; sin embargo, las caídas de bombas de grandes tamaños pueden afectar a las personas hasta en refugios sólidos.

Se trata de un peligro volcánico que puede llegar a causar daños sustanciales en las infraestructuras expuestas y el medio ambiente, debido a su alta energía cinética, su masa y sus altas temperaturas. A nivel mundial, se encuentran entre las causas más frecuentes de incidentes fatales de las erupciones desarrolladas a partir de 1993, y a menudo provocan graves lesiones en las personas (como traumatismos, laceraciones, quemaduras, abrasiones y hematomas), así como en los edificios, infraestructuras y propiedades del entorno próximo al volcán. La elevada energía cinética y térmica de este tipo de proyectiles balísticos pueden dar lugar a perforaciones, impactos, procesos de fundición, incendios e incluso colapso de estructuras, afectando también a los sistemas de suministro de energía y telecomunicaciones (Bignami et al, 2012). Blong (1981), Pomonis et al. (1999) y Jenkins et al. (2014) estiman que un proyectil balístico solo necesita 400-1000 J de energía cinética para penetrar en un techo de chapa metálica, mucho menos que la energía cinética estimada de los proyectiles balísticos ($\sim 10^6$ J) de las erupciones con VEI 2-4 (Alatorre-Ibargüengoitia et al. 2012).

El peligro de impacto por grandes fragmentos es máximo cerca de los centros de emisión y decrece al incrementarse la distancia desde el mismo. No obstante, el número de fragmentos, su tamaño y densidad por unidad espacial rara vez ha sido estudiada, lo que conduce a una comprensión limitada del peligro y el riesgo que se presenta en el área afectada. La gestión de este tipo de peligro está notablemente circunscrita al punto o puntos de emplazamiento de los centros de emisión, por lo que su gestión va a depender del número de personas expuestas al riesgo en las áreas proximales.

Los proyectiles balísticos son una amenaza para la vida y las propiedades por, al menos, los siguientes motivos:

- La fuerza del impacto de los fragmentos al caer.
- La posibilidad de dar lugar a enterramientos.
- La formación de partículas de grano fino en suspensión en el agua y en el aire.
- El transporte de gases nocivos y, en sectores cercanos, irradiación por altas temperaturas.

Por otra parte, las rocas basálticas son de las más densas que existen en la Tierra. La combinación de esta alta densidad con la velocidad a la que son expulsados al aire hace que estos materiales sean muy destructivos, incluso cuando sus tamaños no son especialmente grandes (Solana, 2010).

Entre los peligros asociados también se encuentran la polución del aire por partículas en suspensión, daños a la agricultura y la vegetación, la enfermedad o muerte del ganado, la contaminación de aguas, la alteración de la red de drenaje local, el desarrollo de lahares por removilización del material depositado, las afecciones a las redes de alcantarillado, el cierre o afección a las vías de comunicación y a las redes de suministros, así como el cierre parcial o total del espacio aéreo (Siebe et al., 2004).

3.2.2.2 Piroclastos de dispersión

La tefra está constituida por fragmentos de roca y lava que son emitidos por las explosiones de un volcán hacia la atmósfera y que luego caen nuevamente sobre la superficie terrestre. Las partículas son transportadas hacia arriba por medio de columnas eruptivas, que tienen en su base una zona de empuje por gases, y una zona superior de desplazamiento convectivo (Sparks & Wilson. 1976).

El término de ceniza volcánica se refiere estrictamente a las partículas eyectadas desde un volcán con tamaños de ≤ 2 mm de diámetro, independientemente de su composición. No obstante, una forma de clasificar la ceniza volcánica es de acuerdo con su contenido de sílice: la ceniza máfica (por ejemplo, basalto) tiene un contenido de sílice entre 45% y 52% y es rica en los minerales de feldespato, piroxeno y olivino. La ceniza félsica (por ejemplo, riolita) tiene un contenido de sílice superior al 69% y es rica en cuarzo y feldespatos. La ceniza intermedia incluye, por ejemplo, andesita (52-63% de sílice) y dacita (63-69% de sílice). Desde la perspectiva de los peligros volcánicos, las partículas clasificadas como cenizas finas (<1 mm) y cenizas muy finas (<63 μ m) se consideran las más importantes

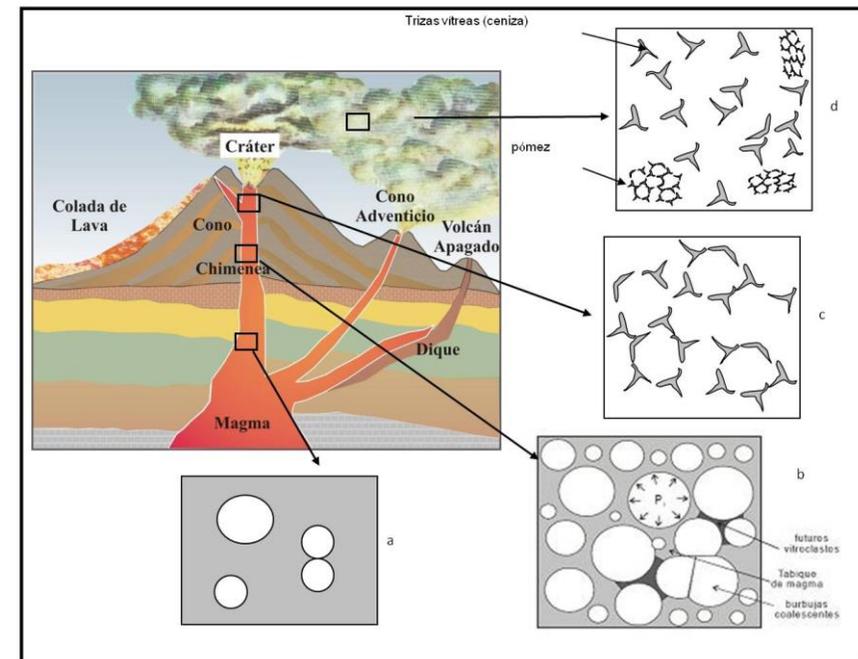
porque estas partículas pueden permanecer suspendidas en la atmósfera y, por lo tanto, ser transportadas a mayores distancias (Rose y Durant, 2009). Tales partículas son típicamente muy duras y angulares, haciéndolas abrasivas. Las densidades varían desde pómez y escoria vesiculares de baja densidad, hasta cristales y fragmentos líticos muy densos. Este material puede ser de tipo juvenil (formado a partir del magma involucrado en la erupción) o accidental, formado por rocas preexistentes.

Caselli et al. (2010) señalan que las partículas de cenizas y polvo se producen a partir de magmas viscosos cargados de gases durante una erupción explosiva, y son fragmentos muy pequeños de magma enfriado rápidamente (vidrio volcánico). Se forman a medida que el magma asciende por la chimenea, donde los gases se expanden rápidamente por la disminución de la presión, generando una espuma en el fundido que recuerda a la espuma que sale de una botella de soda o gaseosa al abrir, salvo que en los volcanes la presión es mayor. Conforme las burbujas de gases se exsuelven del fundido, se expanden y prácticamente se tocan entre sí. De esta manera, entre las burbujas quedan paredes o tabiques finos del fundido, que se enfría rápidamente dando lugar a vidrios (Figura 75). Con la presión se fragmentan estos tabiques, dando lugar a partículas finas de vidrio, muy puntiagudas, denominadas cenizas volcánicas, que son expulsadas a gran velocidad por el cráter (Caselli et al., 2010). A veces son arrojadas hacia arriba porciones de magma que no se fragmentó y que contienen gran cantidad de burbujas atrapadas. Estas porciones son conocidas como fragmentos pumíceos o piedra pómez.

Estas rocas, compuesta por vidrio volcánico con abundantes burbujas de gas, flotan en el agua debido a su baja densidad producto de la cantidad de

burbujas de gas que ayudan a su flotación. Cuando las cenizas comienzan a caer, provocan el oscurecimiento del día. En función de la intensidad de la caída, es decir la cantidad, las cenizas pueden ocluir la luz solar, provocando el oscurecimiento del ambiente, y generando una sensación de noche, en pleno día (Caselli et al, 2010).

Figura 75. Representación de la formación de cenizas.



Fuente: Caselli et al, 2010

(a) porción del magma (en gris) con formación de burbujas (en blanco) producidas por pérdida de presión; (b) aumento de exsolución de burbujas (círculos blancos) del magma (en gris) mostrando los tabiques (remarcado en negro) que se forman al crecer las burbujas y disminuir el espacio entre ellas (futuras trizas vítreas que en conjunto son denominadas como ceniza volcánica al ser eyectadas por el cráter; (c) fragmentación de los tabiques (en gris) que existe entre burbujas dando lugar a partículas puntiagudas denominadas trizas vítreas o ceniza; (d) porción de la nube donde se observan las cenizas eyectadas (que formarían nubes de cenizas más o menos densas) junto a porciones que no se fragmentaron (pómez).

Las partículas de estos tamaños pueden permanecer suspendidas en la atmósfera durante mucho tiempo y es conveniente señalar que, una vez depositadas, se pueden removilizar fácilmente durante meses y décadas después de una erupción volcánica (Wilson et al., 2011 y 2012; Thorsteinsson et al., 2012; Arnalds et al., 2013), lo que incrementa su peligrosidad.

Bajo cargas suficientemente grandes, la presión ejercida por la caída acumulada de cenizas puede causar daños estructurales a los edificios y otras infraestructuras, así como aplastar los cultivos y la vegetación. Además, la saturación de agua puede aumentar la carga de depósito hasta en un 100% (Macedonio y Costa, 2012). Este hecho permite la estimación precisa de masas sobre las áreas expuestas. El espesor puede calcularse a partir de la carga si se conoce la densidad aparente (kg/m^3) y viceversa.

La caída de cenizas y los piroclastos de dispersión potencialmente pueden afectar a áreas significativamente más amplias que las afectadas por los

piroclastos de proyección balística. Entre los factores principales que condicionan la dispersión de este material y la distancia que estos pueden llegar a alcanzar respecto a sus centros de emisión se encuentran el grado de fragmentación del magma, las características granulométricas del piroclasto, la altura de la columna eruptiva, la altitud a la que se emplazan los centros de emisión y la intensidad de los vientos dominantes. La distribución de las cenizas depende en gran medida de la dirección e intensidad del viento a altitudes intermedias y altas, entre aproximadamente 4.5 - 13 km, así como de la estructura vertical de la atmósfera en la región de localización de los centros de emisión.

Las caídas de tefra constituyen el peligro directo de mayor alcance derivado de erupciones volcánicas. Por ejemplo, durante grandes erupciones, superficies superiores a los 100 km^2 pueden quedar cubiertas con una capa de tefra de más de 10 cm, mientras que las cenizas de menos tamaño pueden ser transportadas por el viento a áreas mucho más extensas, generando afecciones que potencialmente traspasan límites regionales.

La ceniza volcánica producida en erupciones basálticas, a pesar de ser un peligro que raramente amenaza vidas, es muy importante desde el punto de vista económico y de la seguridad, dado el trastorno que suele llegar a producir (Solana, 2010). No obstante, las cenizas volcánicas pueden causar problemas respiratorios agudos, o contribuir al empeoramiento de enfermedades respiratorias crónicas (Horwell y Baxter, 2006). Este es el caso de erupciones con índices de fragmentación elevados, es decir, muy explosivas, capaces de producir partículas inferiores a las $4 \mu\text{m}$. (Rose et al., 2001) y que pueden resultar fácilmente respirables. A pesar de que

este es un factor a tener en cuenta de cara al impacto generado por la emisión de cenizas, un elemento mitigante del mismo es la baja dispersión que alcanzan estas partículas en estas condiciones. Normalmente este tipo de cenizas de menor granulometría tienden a formar agregados de partículas que hacen aumentar su peso y tamaño, condicionando la dispersión de los elementos más finos (Durant et al., 2009).

La ceniza volcánica contiene diferentes proporciones de vidrio, el cual en comparación con otras sustancias tiene una dureza entre 5 y 7 (de la escala de Mohs), propiedad por la cual se utiliza ceniza volcánica como abrasivo en la industria. Las cenizas volcánicas contienen del 60 al 75% de sílice (SiO₂) como vidrio y fases cristalinas (cristobalita), álcalis (óxidos de potasio y calcio), azufre, manganeso, cobre, zinc y plomo, entre otros. Los efectos de las cenizas sobre la salud pueden ser divididos en varias categorías: (a) efectos respiratorios, (b) síntomas oculares, (c) irritación cutánea, y (d) efectos indirectos. Es importante considerar que estos efectos pueden ser potenciados por la presencia de gases y aerosoles volcánicos en las inmediaciones de los centros eruptivos. La inhabilitación temporal de los sistemas sanitarios puede incrementar el riesgo de enfermedades en las áreas afectadas (Caselli et al., 2010). Otros efectos causados por las cenizas son:

- **Efectos en el abastecimiento de agua.** Las cenizas pueden producir contaminación de las provisiones de agua o el bloqueo del equipo de suministro. Los depósitos de agua al aire libre en instalaciones pequeñas como tanques de agua domésticos en los techos son especialmente vulnerables a la caída de cenizas, y aún pequeñas cantidades de ceniza

pueden causar problemas de potabilidad. Cuando el riesgo por toxicidad es bajo, el pH puede ser reducido o inhibirse la cloración (Caselli et al., 2010).

- **Riesgo de hundimiento de techos.** 1) Los techos pueden hundirse debido al peso de las cenizas, hiriendo o matando a quienes se encuentren debajo. 2) Hay peligro de que los techos se hundan durante las tareas de limpieza de las cenizas acumuladas sobre ellos, debido a la suma del peso de la persona que realiza esa tarea. 3) En algunas erupciones ha habido personas que caen de los techos durante la limpieza de las cenizas acumuladas sobre ellos.

- **Efectos sobre las calles.** La reducción de la visibilidad ocasionada solamente por las partículas suspendidas de cenizas puede causar accidentes, aunque este peligro se combina con la capa de cenizas caídas sobre las calles. No sólo cubren las señales de tráfico, sino que constituyen capas de carácter muy resbaloso, cuando son finas, por lo que reducen la tracción de los vehículos. Cuando los depósitos son espesos pueden impedir la circulación sobre las calles, interrumpiendo la llegada de productos básicos a las comunidades.

- **Efectos sobre la energía eléctrica.** La caída de cenizas puede interrumpir la electricidad y esto puede acarrear problemas debido a la falta de calefacción u otra infraestructura que dependa de la electricidad. Las cenizas húmedas son conductoras, por lo cual es esencial que se realicen procedimientos con estricta precaución, durante las tareas de limpieza de equipos de suministro de energía eléctrica.

- **Otros riesgos** serios para la vida durante erupciones grandes incluyen inundaciones (debido a lluvias fuertes ocasionadas por la acumulación de grandes nubes de cenizas), y la formación de lahares o avalanchas de barro volcánico durante lluvias fuertes, cuando grandes cantidades de cenizas en las laderas pueden ser desplazadas, afectando seriamente al territorio y a las comunidades cercanas situadas pendiente debajo de su lugar de formación.

Desde un punto de vista económico, uno de los impactos más llamativos generados por la emisión de cenizas es su posible afección en el tráfico aéreo de las zonas de dispersión de estos materiales. Normalmente el tráfico aéreo tiende a cerrarse en estas condiciones, puesto que la ceniza volcánica se refunde por encima de los 1.100°C, ya que las turbinas de muchos aviones alcanzan temperaturas de funcionamiento normal superiores a los 1.400°C. Esto puede provocar la fusión del material lávico en torno a turbinas o rotores, haciendo colapsar los mismos (Casadevall, 1994). Por otra parte, en conjunto estas cenizas están compuestas a partir de material vítreo, de bordes angulosos y, por lo tanto, con un potencial abrasivo importante cuando se proyectan sobre una superficie de forma masiva. El impacto de las mismas contra un avión en movimiento, a una velocidad de tránsito normal, puede afectar al fuselaje –por fenómenos de abrasión- e instrumental de a bordo, pudiendo inutilizar parte del mismo por infiltración. Debido a su escaso grano, estos fragmentos pueden penetrar en los sistemas de refrigeración y ventilación de los aparatos afectando al funcionamiento de los mismos (ICAO, 2012).

Por otra parte, la emisión de cenizas supone un claro peligro para la supervivencia de cosechas agrícolas y para la vegetación natural, en

general. La acumulación de estos depósitos puede sepultar parcial o totalmente la planta, condicionando su acceso al oxígeno ambiental y generando daños mecánicos que pueden llegar a ser severos. Un porcentaje de defoliación importante o el recubrimiento parcial de la superficie de las hojas puede dificultar el desarrollo de la fotosíntesis, dando lugar a la muerte de las mismas (Rees, 1979). El consumo animal de plantas en estas circunstancias puede generar enfermedades respiratorias por acumulación de cenizas en los pulmones de los animales que las ingieran, además de suponer un aumento del desgaste de piezas dentales, lo que a la larga puede afectar a la supervivencia de rumiantes.

Entre las afecciones más importantes a la población derivadas de la caída de cenizas en sectores proximales a centros de emisión se encuentran los daños estructurales que se pueden llegar a producir por la acumulación de cenizas sobre edificios. En regiones socioeconómicamente desarrolladas, el umbral de daños por acumulación de cenizas de naturaleza basáltica sobre edificios se sitúa en 15 cm. Con esta potencia mínima se estima que comienzan a generarse daños menores en sistemas de desagües, saneamiento y conducción de pluviales. Por encima de los 25 cm de potencia de cenizas comienzan a aparecer daños permanentes en techumbres y cubiertas. Una potencia superior a los 50 cm puede generar colapsos en la mayoría de las cubiertas de estructuras y edificios (Houghton et al, 2006). En condiciones de lluvia o humedad relativa alta, esta previsión empeora considerablemente, puesto que la ceniza tiende a acumular y retener agua, llegando a alcanzar densidades dos veces superior a la de un depósito seco, lo que aumenta su impacto y multiplica sus efectos. La única solución en estas áreas es establecer rápidamente

una zona de exclusión para proteger la vida humana (Houghton et al, 2006).

Uno de los efectos indirectos más importante de la caída de cenizas es la alteración de sistemas vitales. Pueden verse afectados: sistemas de agua, alcantarillado, comunicaciones, suministro de energía eléctrica, el transporte aéreo y terrestre, daños en la infraestructura vial y en la infraestructura productiva. El principal daño originado por una caída de cenizas en zonas urbanizadas es la obstrucción de drenajes y cañerías y fallos en tendidos eléctricos. Es importante tener en cuenta que una caída de cenizas de 3 mm puede reducir la visibilidad en rutas y caminos y volverlos resbaladizos (Caselli et al, 2010).

El Comité Internacional de Riesgos Volcánicos para la Salud ([International Volcanic Health Hazard Network, IVHHN](#)), en combinación con otros organismos, ha editado en varios idiomas guías para la protección de la población ante la caída de cenizas volcánicas (los folletos en español pueden ser consultados en: [1 \(IVHHN et al; 2 \(IVHHN\)](#)).

3.2.3 Corrientes de densidad piroclásticas (PDC) -flujos piroclásticos concentrados y oleadas piroclásticas diluidas-

Los flujos piroclásticos concentrados y oleadas piroclásticas diluidas (Corrientes de densidad piroclásticas o PDC, por sus siglas en inglés) son uno de los procesos volcánicos más complejos, menos predecibles, y más destructivos asociados al volcanismo.

Los flujos piroclásticos son mezclas secas y calientes de (300°C a 800°C) de material piroclástico y gases que se desplazan a ras de suelo, alcanzando altas velocidades que varían en un rango de 10 a varios cientos de metros por segundo (Delgado y Navarro, 2002). Debido a su alto contenido en polvo y fragmentos de lava, estos flujos son sustancialmente más densos que el aire y se precipitan como avalanchas por los flancos de los volcanes. Durante su emplazamiento, el gas continúa siendo emitido por los fragmentos más grandes de pómez y cenizas calientes, creando una nube en constante expansión que lleva consigo fragmentos sólidos o semi-sólidos. Las corrientes piroclásticas duran desde unos pocos minutos a varias decenas de minutos, pero pueden repetirse a intervalos irregulares durante las erupciones.

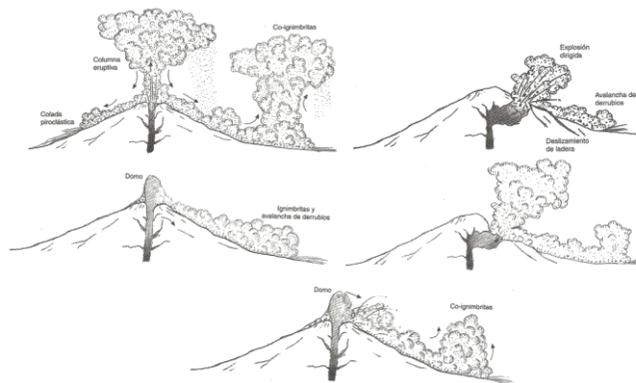
Estas corrientes pueden ser diluidas, como en las oleadas piroclásticas, o concentradas, como en los flujos piroclásticos. Una oleada piroclástica es una corriente de densidad diluida y turbulenta que generalmente se forma cuando el magma interactúa explosivamente con el agua. Este tipo de flujos pueden atravesar obstáculos como las paredes de valles y dejar depósitos delgados de ceniza y roca que cubren la topografía. Un flujo piroclástico es una avalancha concentrada de material, formada a partir del colapso de un domo o de altas y densas columnas eruptivas, que crea depósitos masivos que varían en tamaño desde la ceniza a las rocas. Los flujos piroclásticos son más propensos a seguir valles y otras depresiones, y sus depósitos se emplazan en los sectores de topografía más baja. Ocasionalmente, sin embargo, la nube de la parte superior de un flujo piroclástico (que en su mayoría es ceniza) se desprenderá del flujo y se desplazará por sí sola como una oleada.

Un flujo se compone normalmente de dos partes; un flujo basal, denso y ceñido al piso, que es el flujo piroclástico propiamente dicho, y una oleada en forma de nube turbulenta de ceniza que precede o cabalga sobre el mismo. Nubes convectivas de ceniza también están asociadas a flujos piroclásticos, y forman un tipo de depósito de caída de tefra.

Aunque los mecanismos de generación de flujos piroclásticos son múltiples (Figura 76), su generación suele estar vinculada con:

- El colapso gravitacional continuo o episódico de altas columnas eruptivas verticales.
- La destrucción gravitacional o explosiva de domos lávicos y flujos de lava calientes.
- Explosiones laterales dirigidas.

Figura 76. Mecanismos de generación de flujos piroclásticos



Fuente: Ancochea et al, 2002

La fracción gaseosa de estos flujos supone el sustento de los materiales que engloba y es un elemento determinante para su capacidad de movimiento. El conjunto de estos gases puede proceder de varias fuentes, pudiendo tener un origen puramente magmático, producirse por la desgasificación de los piroclastos en el interior del flujo, o ser recogidos durante su avance por el frente de flujo o mediante la vaporización del agua de la superficie sobre la que circula.

Los flujos piroclásticos pueden llegar a presentar rasgos muy diversos en cuanto a composición y temperatura, así como en volumen movilizado y tasas eruptivas, lo que repercute de manera directa en la superficie que puede llegar a cubrir. Dependiendo de su composición, varía su capacidad de flujo. Los flujos piroclásticos de bloques y cenizas son de baja movilidad y generalmente están restringidos a pocas decenas de kilómetros de los centros de emisión. Por el contrario, flujos piroclásticos pumíticos compuestos principalmente por lapilli y ceniza pueden extenderse hasta 200 kilómetros de distancia de su centro de emisión y cubrir miles a decenas de miles de kilómetros cuadrados (Delgado y Navarro, 2002). Como consecuencia del volumen y la importante velocidad que pueden llegar a alcanzar flujos de piroclastos en movimiento, estos pueden sobrepasar barreras topográficas relevantes, por lo que tienen la capacidad para afectar áreas que se encuentran fuera de los límites físicos de cuencas mal delimitadas. Los flujos piroclásticos pequeños pueden moverse a una velocidad de 10 a 30 m/s, mientras que los flujos más grandes pueden moverse a velocidades de 200 m/s (Bryant, 1991) y poseen temperaturas que oscilan entre los 200°C y los 1075°C.

En los volcanes con cráteres sumitales, los flujos piroclásticos se desprenden habitualmente desde las partes más bajas del borde del cráter y tienden a canalizarse por los valles y barrancos, de ahí que las áreas de mayor peligro correspondan a los sectores topográficamente más bajos; en todos los casos siguen trayectorias condicionadas por la topografía, canalizándose en los sectores de mayor profundidad situados en las faldas de los volcanes.

Las corrientes de densidad piroclásticas, de cualquier tipo, son mortales. Un estudio llevado a cabo por Jenkins et al., (2013), sobre el impacto en la población, los edificios, la vegetación y las infraestructuras por corrientes de densidad piroclástica producidas en el Volcán de Merapi el 5 de noviembre de 2010, señala que estos procesos fueron inusualmente destructivos, causando la devastación casi completa en una franja de 22 km² de los flancos del estratovolcán y hasta distancias de hasta 15,4 km del cráter. Durante esta erupción, más de 2200 edificios fueron dañados por PDC, aproximadamente 1600 más allá de la reparación simple, con áreas de hasta 6 km del respiradero completamente devastadas. Más de 120 personas murieron en aldeas situadas al menos a 12 km del volcán después de ser atrapadas en PDC, muchas de ellas en proceso de evacuación. A pesar de las temperaturas relativamente bajas estimadas para los PDC (200-300°C) de esta erupción, los PDC fueron letales para las personas dentro y fuera de los edificios, en parte debido al diseño y orientación de las ventanas de los edificios, que permitió a los PDC infiltrarse rápidamente en su interior, señalando que es probable que las personas hubieran sobrevivido dentro de los edificios a 13,5 km de la fuente, si estos hubieran estado bien sellados. Estos autores llegaron a la

conclusión que aunque el transporte de bloques grandes (> 1 m de diámetro) y el daño a estructuras robustas en PDC de alta energía sugiere presiones dinámicas superiores a 15 kPa hasta 6 km de la fuente, la gran mayoría de las estructuras fueron destruidas por presiones dinámicas inferiores a 5 kPa debido a la construcción de mala calidad y la baja resistencia del mortero y el ladrillo, de modo que la mayoría de los edificios fueron destruidos a presiones dinámicas más bajas que aquellas que en principio habrían provocado daños. Estos hechos ponen de manifiesto la importancia del diseño constructivo de cara a su vulnerabilidad frente a PDC.

Debido a su masa, alta temperatura, velocidad y gran energía potencial suponen una clara amenaza para la vida, pudiendo generar la muerte por asfixia, enterramiento, incineración o simple impacto. Incluso los flujos relativamente pequeños, con un alcance de menos de 5 km de la fuente pueden destruir edificios, bosques y tierras de cultivo. En los márgenes de los flujos piroclásticos, la muerte y las lesiones graves a personas y animales pueden ser consecuencia de quemaduras e inhalación de cenizas y gases calientes. Además de estos efectos directos, los flujos piroclásticos se pueden mezclar con agua superficial para formar lahares que pueden causar graves daños aguas abajo, o generar la obstrucción y bloqueo de las vías de drenaje, favoreciendo la formación de avalanchas de agua y materiales río abajo. Los flujos piroclásticos también son capaces de dar lugar a incendios, que pueden extenderse mucho más allá de los límites del propio flujo.

Las oleadas piroclásticas, en general, representan situaciones de peligro derivadas fundamentalmente del impacto de fragmentos de roca, así como

por enterramiento a causa de la acumulación de materiales que estas transportan. Las oleadas piroclásticas calientes presentan además algunos factores a tener en cuenta, como la posibilidad de incineración y la asfixia o envenenamiento por gases tóxicos.

La mejor protección frente a este tipo de proceso volcánico es la evacuación.

3.2.4 Lahares

Los lahares son mezclas de fragmentos de roca movilizados por agua, que fluyen rápidamente a favor de la pendiente, por lo que son frecuentes en flancos de volcanes y dorsos de morfoestructuras de origen volcánico (Delgado y Navarro, 2002). En general, sus características físicas se encuentran controladas por la granulometría de los materiales, así como por su contenido en agua. Este factor resulta determinante sobre la fluidización del conjunto, condicionando la capacidad de movimiento de los materiales y su velocidad potencial de desplazamiento, siempre proporcional a la pendiente sobre la que discurre la unidad de flujo. Los lahares incluyen dos tipos de flujo que conviene identificar de cara a la mejor comprensión del impacto que el desencadenamiento de estos procesos pueda generar sobre el territorio.

- Flujos laháricos hiperconcentrados. Son mezclas fluidas de agua y sólidos granulares con concentraciones de partículas sólidas con valores que oscilan entre el 55 y el 60% en peso, o entre el 35 y el 40% en volumen de material (Delgado y Navarro, 2002).

- Flujos laháricos de escombros. Son mezclas fluidas de agua y fragmentos heterométricos de roca, muy densos, capaces de transportar partículas del tamaño de gravas y concentraciones de partículas sólidas que oscilan entre el 70 y el 80% de peso, o entre el 55 y el 60% en volumen (Delgado y Navarro, 2002).

Al tratarse de materiales fluidizados, las áreas potencialmente afectables por este tipo de amenaza se encuentra condicionada por varios factores; el volumen general del lahar, el tamaño de los materiales en suspensión, los rasgos topográficos del área afectada y, fundamentalmente los valores de pendiente de la superficie de flujo. Obviando el factor determinante que la pendiente juega en su desplazamiento potencial, un gran volumen de material movilizado, con altos contenidos de arcillas y limos, circulando por un espacio confinado, favorece su recorrido a grandes distancias. Por el contrario, el derrame de estos materiales por cuencas amplias y de bajas pendientes, favorece el detenimiento temprano de los materiales. Lo mismo ocurre cuando el contenido en finos es bajo y en la mezcla predominan fragmentos rocosos de gran tamaño.

Debido a su alta densidad y a las importantes velocidades que pueden llegar a alcanzar en sectores de fuerte pendiente - 40 m/s en flanco de edificios volcánicos (Delgado y Navarro, 2002) – los lahares tienen capacidad suficiente para destruir coberturas vegetales, espacios de cultivo, construcciones e infraestructuras, por simple impacto o por enterramiento. A pesar de que una vez que se desencadena el proceso, las zonas potencialmente afectadas por este tipo de peligro son fácilmente delimitables, se trata de uno de los procesos asociados al volcanismo activo que genera más mortandad a escala planetaria. El hecho de que el

desencadenamiento de estos flujos no tenga por qué producirse exclusivamente durante el tiempo de duración de un proceso eruptivo, hacen que la exposición a los mismos se extienda de manera indefinida en el tiempo. En este sentido, la inexistencia de coberturas vegetales sobre materiales volcánicos recientes, las fuertes pendientes en zonas próximas a los centros de emisión, así como la torrencialidad que se asocia con frecuencia a regímenes pluviométricos como los de Canarias, da lugar a un contexto favorable para el desarrollo futuro de lahares, incluso en contextos temporales muy distantes de la finalización de los procesos eruptivos.

3.2.5 Colapsos Estructurales y Deslizamientos Gravitacionales

Los colapsos estructurales son comunes en volcanes debido a la presencia de pendientes elevadas, gran cantidad de fracturas y fallas, materiales heterogéneos en cuanto a resistencia, que pueden ser deformados a causa de intrusiones magmáticas. La caída de rocas, deslizamientos en masa y las avalanchas de escombros, suponen un peligro considerable en estos espacios ya que pueden iniciarse repentinamente y pueden dar lugar tanto eventos pequeños como algunos de los movimientos de masa más voluminosos que han podido llegar a desarrollarse durante el cuaternario. Las avalanchas volcánicas han ocurrido en numerosas estructuras volcánicas durante tiempos históricos (Schuster & Crandell, 1984; Siebert, 1984; Ui et al., 1986a y b). Algunos han tenido lugar después de varios meses de actividad precursora sísmica, de deformación o explosiva; otras han ocurrido con aparentemente escaso aviso previo. Una ayuda al

debilitamiento progresivo de un edificio volcánico la constituyen factores como las intrusiones, la alteración hidrotermal o la erosión, que contribuyen a crear sectores de debilidad y superficies de deslizamiento (Voight et al., 1983). Este debilitamiento progresivo puede conducir por sí mismo a que se produzca un deslizamiento, aunque es más probable que éste se inicie debido a un terremoto o al desencadenamiento de una erupción violenta. Las avalanchas de escombros volcánicas tienen mayor movilidad que sus equivalentes no volcánicas; es decir que, para un volumen y diferencia de cota similares, las avalanchas de escombros volcánicas alcanzan mayores distancias de desplazamiento (Ui et al., 1986; Siebert et al., 1987), como consecuencia del alto grado de fracturación de las rocas que integran las estructuras volcánicas, así como por la presencia de fluidos y gases hidrotermales y/o magmáticos. Algunos de estas avalanchas de escombros conocidas llegan a extenderse hasta 85 km desde su fuente de origen y pueden llegar a cubrir una superficie superior a los 1000 km².

El impulso adquirido por las avalanchas de escombros les permite ascender pendientes elevadas y sobrepasar barreras topográficas de hasta centenares de metros de altura. Las avalanchas de escombros entierran y destruyen todo lo que encuentran a su paso, y alteran enormemente la topografía preexistente. Cuando suponen el desplazamiento de grandes masas de roca, las grandes avalanchas pueden producir una descompresión litostática repentina, que mantiene confinados a los sistemas magmático e hidrotermal, lo que puede dar lugar a explosiones que varían desde explosiones freáticas menores hasta las grandes explosiones dirigidas o al inicio de una erupción volcánica.

Por último, los desplazamientos masivos de roca que penetran en una masa de agua desplazan súbitamente grandes volúmenes formando olas de gran tamaño o tsunamis. Estos también pueden formarse cuando ocurren deslizamientos gravitacionales en las pendientes submarinas de los edificios volcánicos. Evidencias de este tipo de fenómenos se reparten con frecuencia por las regiones volcánicas del planeta, desencadenando olas que pueden llegar a ascender centenares de metros en las costas opuestas al lugar en el que estas olas se desencadenan (Moore & Moore, 1984).

3.2.6 Sismos Volcánicos

Como parte de los propios procesos que de manera natural se asocian a un proceso eruptivo, la sismicidad es uno de los elementos que mayor impacto genera, tanto por su percepción social como por los daños que origina de forma directa e inducida. La sismicidad precede a la apertura de cráteres y acompaña a la erupción, en mayor o menor medida, durante todo el periodo eruptivo. Una vez terminado éste los sismos pueden prolongarse durante años, como consecuencia de un proceso pausado de asentamiento de los edificios volcánicos y de las estructuras afectadas por las tensiones generadas durante la erupción. En este sentido, queda demostrado que existen terremotos vinculados a todas estas fases, generalmente con un alto nivel de intensidad sísmica, aunque esta pueda resultar de moderada magnitud.

En función de su evolución en el tiempo, su contenido de frecuencias y origen, en territorios volcánicos activos puede establecerse la siguiente clasificación de eventos sísmicos:

- a) ***Sismos volcano-tectónicos.*** En general, el conjunto de sismos de origen tectónico que se desarrollan en un territorio volcánico son considerados eventos “volcano-tectónicos”. Estos reflejan la interacción de dos procesos geológicos diferentes; el movimiento del magma hacia la superficie y la actividad tectónica de la corteza. Se asume como fuente de este tipo de sismos la acumulación de esfuerzos en determinada zona, al punto de desencadenar el fallo del material y por tanto la ruptura de la misma, liberando así la energía acumulada a través de ondas sísmicas (Quintero, 2005). El comienzo de la señal de este tipo de sismo suele producirse de manera impulsiva o espontánea. La frecuencia de estos terremotos es muy amplia, llegando a alcanzar los 30 Hz (Quintero, 2005). Según Ibáñez y Carmona (2000) en el espectrograma es posible apreciar la forma de onda que viene representada especialmente por paquetes de ondas P y S, así como un decaimiento exponencial al final de la señal.

En general, los sismos volcano-tectónicos suelen presentarse en forma de enjambre sísmico, un conjunto de eventos agrupados en el tiempo, con características similares y que poseen una misma zona epicentral (Quintero, 2005).

En función de la localización del foco, el origen de su vinculación con las erupciones y la naturaleza del propio terremoto Zobin (2012) propone la siguiente clasificación para los sismos volcano-tectónicos:

- ***Tipo A:*** tienen origen en la base del volcán o en profundidades que varían desde 1 a 20 kilómetros. Estos sismos ocurren antes y durante la primera fase eruptiva del volcán y se presentan en

forma de enjambres. Normalmente poseen magnitudes menores a 6. Identificación de onda P y ondas SS.

- **Tipo B (eventos de largo periodo):** los focos de este tipo de eventos se localizan únicamente en un área de aproximadamente un kilómetro alrededor de los cráteres activos. En general, los hipocentros son más superficiales que los del tipo A. Se generan a modo de enjambres cerca de la superficie terrestre y con, como máximo, algunos cientos de metros de profundidad. Sus magnitudes son de escasa importancia, siendo fácilmente reconocibles las ondas P (*superficiales*) mientras que las S generalmente no se identifican.

Los eventos de largo periodo se caracterizan por presentar una duración que abarca de unos pocos segundos hasta un minuto, dando lugar a un espectro con frecuencias menores a 5 Hz. (Oliveros, 2005). Existe una fuerte relación entre la ocurrencia de enjambres de sismos de “largo periodo” y la presencia cercana de erupciones volcánicas (Chouet, 1996). En este sentido, según Ibáñez y Carmona (2000) la observación de este tipo de evento podría ser utilizada como un posible precursor de un episodio volcánico.

Para los eventos de largo periodo, Chouet (1996) propone un modelo de “fracturas controladas por fluidos”, en el que debido a la presión que se concentra en las fracturas cerradas que contienen fluidos volcánicos con cierta cantidad de gases disueltos se producen este tipo de sismos.

b) **Tremor Volcánico:** Este tipo señales sísmicas corresponde a ondas superficiales que tienen una duración mucho mayor que la de sismos de la misma amplitud que se mantiene de forma más o menos constante durante un largo periodo de tiempo (Quintero, 2005). Entre las características comunes de estas señales sísmicas se encuentran las siguientes:

- Frecuentemente están precedidas por otras señales de alta frecuencia como las asociadas a sismos de largo periodo.
- Dificultad de identificación de onda P y ondas S por superposición.
- El desarrollo del tremor es continuo en el tiempo, durante toda la fase eruptiva. En algunas erupciones, la presencia del tremor puede incluso mantenerse constante a lo largo de varios años, como en el caso del volcán Strómboli, Italia, (Carniel y Lacop, 1996).

En función de su contenido espectral, existen varios tipos de tremor volcánico (Ibáñez y Carmona 2000):

- T_H : espectro de frecuencias altas, con valores mayores a 6Hz. Suelen registrarse después de erupciones y pueden durar horas. El origen de este tipo de señales no siempre se encuentra vinculado al movimiento de magma. La caída de rocas, el desencadenamiento de avalanchas o procesos desgasificatorios asociados a centros eruptivos también pueden dar lugar a señales de tremor T_H (Quintero, 2005).

- T_I : espectro de frecuencias intermedias, con valores que oscilan entre 1 y 6 Hz. Para fases de baja actividad el tremor puede presentar bajas frecuencias, mientras que, para fases de especial intensidad o inmediatamente anteriores a la erupción, la frecuencia de la señal puede llegar a los 6 Hz. Se asocian al movimiento de magma a través de conductos eruptivos (Quintero, 2005).
 - T_L : espectro de frecuencias inferiores a 0,5 Hz, solamente registrables con sensores de banda ancha. Se asocia a procesos de desgasificación, como consecuencia de la resonancia que se genera en los conductos utilizados para facilitar este proceso (Quintero, 2005).
- c) **Eventos híbridos:** un evento híbrido es la consecuencia de la unión de un pequeño sismo individualizado y de otro sismo de largo periodo. Ambos comparten la región de origen y el momento de ocurrencia. En general, se desencadenan como consecuencia de la ruptura repentina de los materiales que constituyen la región de origen, como consecuencia de la presión a la que es sometida por fluidos volcánicos. La ruptura del material genera la señal del pequeño sismo individualizado, mientras que el flujo de materiales volcánicos durante su desplazamiento a lo largo de la grieta generada da lugar al evento sísmico de largo periodo. En consecuencia, los sismos híbridos se caracterizan por presentar señales a altas frecuencias con amplia banda de frecuencias, en la que puntualmente es posible identificar ondas P y S (Quintero, 2005). En un contexto volcánico se presentan a

modo de enjambres y están asociados a cercanos episodios pre-eruptivos.

3.2.7 Gases Volcánicos

Los gases volcánicos se emiten antes, durante y después de una erupción y, al igual que la sismicidad, pueden detectarse incluso aunque finalmente la erupción no llegue a materializarse (Solana, 2010).

El magma contiene gases disueltos, los cuales escapan hacia la atmósfera, tanto durante las erupciones como mientras el magma permanece estacionado cerca de la superficie. Los gases también pueden ser emitidos desde sistemas hidrotermales. El gas emitido por un volcán se compone en su mayoría (75% aprox.) por vapor de agua (H_2O), la fracción restante es conformada por dióxido de carbono (CO_2), dióxido de azufre (SO_2), sulfuro de hidrógeno (H_2S), ácido clorhídrico (HCl), ácido fluorhídrico (HF) (Williams & McBirney, 1979). En menor proporción, también se puede encontrar metano (CH_4), monóxido de carbono (CO), nitrógeno (N_2), argón (Ar), helio (He), hidrógeno (H_2) y radón (Rn), los cuales son productos secundarios y su concentración se dispersa fácilmente en la naturaleza. Estos gases son transportados desde los centros de emisión como aerosoles ácidos, como compuestos químicos absorbidos por la tefra y como sales en partículas microscópicas (Rose, 1977; Thorarinnsson, 1979). Según Scott (1989), sólo son tóxicos en las cercanías del cráter ya que a distancias superiores a los 10 km del centro emisor se diluyen a niveles inferiores al umbral de toxicidad, no representando riesgos para la salud.

El peligro asociado a la emisión de gases depende de la composición de los mismos, de su concentración y de la existencia de áreas que permitan su acumulación. En general estos gases pueden causar irritación y en grandes proporciones asfixia a humanos y animales. Además, en el terreno, los gases pueden causar acidificación y pérdida de cosechas, y corrosión de infraestructuras (Solana, 2010).

En la actualidad son muchos los estudios que han revelado que volcanes activos liberan grandes cantidades de gases, y especialmente de CO₂, no sólo como exhalaciones visibles en los cráteres, sino como emanaciones difusas en suelo (Chiodini et al., 1996; Hernández et al, 1998; Salazar et al, 2003).

Durante las últimas décadas el estudio de esta desgasificación difusa ha recibido mucha atención de cara a mejorar el conocimiento de los sistemas volcánicos activos, incluso durante los períodos de reposo (Hernández et al, 1998). El análisis y estudio de los gases disueltos en la atmósfera se considera uno de los indicadores más eficaces para la identificación y delimitación de sectores de fracturas o fallas en ambientes volcánicos, permitiendo la delimitación aproximada de zonas de fuentes y principales focos de emanación de fluidos profundos.

El monitoreo geoquímico de los fluidos volcánicos es una herramienta útil para evaluar los procesos de desgasificación del magma y sus variaciones temporales están directamente relacionadas con el nivel de actividad volcánica (Ossaka et al, 1980; Notsu et al., 1991; Hernández et al, 1998). Este tipo de estudios también ha contribuido a mejorar la comprensión de la actividad sísmica y eruptiva en territorios volcánicamente activos

(Hernández et al, 2004; Padrón et al, 2003; Padrón et al, 2008; Padrón et al, 2012). El resultado de estas investigaciones demuestra la vinculación de estas anomalías a la presencia de fracturas, que son utilizadas como vías preferenciales para la liberación de gases de origen profundo a la superficie.

De entre el conjunto de los gases volcánicos, la vigilancia de las concentraciones de CO₂ requiere de un especial cuidado. Al ser más pesado que el aire tiende a rellenar cavidades y depresiones, desplazando el aire respirable y pudiendo ocasionar víctimas por asfixia. En la Tabla 36 se exponen los distintos tipos de gases, su toxicidad y efectos en las personas.

Una importante fracción de las emisiones naturales de CO₂ que se asocian a la actividad volcánica ocurre a través del suelo de forma difusa o dispersa (Melián et al., 2010). En volcanes activos el CO₂, se considera la principal especie liberada en el gas del suelo a través de estructuras tectónicas (Giammanco et al 1995, 2006; Gerlach et al, 1998). Además, se trata de uno de los primeros componentes gaseosos en escapar de magmas basálticos debido a su baja disolución del CO₂ en silicato con presiones bajas o moderadas (Stolper y Holloway, 1988). En este sentido, el conocimiento de la emanación difusa de CO₂ es un medio útil para determinar el estado de un sistema volcánico (Hernández et al, 1998; Galindo, 2005; Padrón et al, 2007; Padrón et al, 2008; Pérez y Hernández, 2008; Melián et al., 2010; Dionis et al, 2013).

Tabla 36. Efectos de los gases volcánicos en las personas

Gas	Toxicidad mg/m3	Efectos
Dióxido de carbono (CO ₂)	9000	Asfixia
Monóxido de Carbono (CO)	115	Envenenamiento de la sangre. Mortal.
Dióxido de Azufre (SO ₂)	13	Inflamación de la piel, ojos, nariz y garganta
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	28	Irritación y asfixia
Ácido Sulfúrico (SO ₄ H ₂)	1	Quemaduras, dermatitis, inflamación del sistema respiratorio
Flúor (F ₂)	0.2	Cáustico, degeneración de los huesos
Ácido fluorhídrico (FH)	2	Corrosión de la piel y mucosas
Ácido Clorhídrico (HCl)	7	Irritación de los ojos y sistema respiratorio
Ingestión de agua contaminada con flúor y metales pesados (arsénico, mercurio)		Trastornos gastrointestinales (muerte de las personas vulnerables o con males crónicos)
Ingestión de comida contaminada (incluida leche)		

Fuente: Elaboración propia

Dado que la tasa de emisión de gases volcánicos y, especialmente, la correspondiente a CO₂ difuso puede aumentar drásticamente antes de una erupción (Dionis et al, 2013), se deben realizar los esfuerzos suficientes para obtener previamente una línea base de flujo de CO₂ para un sistema volcánico. Las emisiones de gases no se pueden prevenir, ni reducir, por lo tanto, las medidas más adecuadas para reducir sus efectos son el control de la concentración y composición de manera continuada en el tiempo, y especialmente durante una erupción (evacuando zonas si fuera necesario). En este sentido, también resulta especialmente relevante invertir en esfuerzos de cara a la formación e información de la población, de manera que puedan por si mismos evitar zonas potencialmente peligrosas por la acumulación de altas concentraciones de gases (Solana, 2010).

3.2.7.1 Tsunamis

Los tsunamis son olas, o trenes de olas marinas, de largo período, generadas por el súbito desplazamiento de masas de agua. Estas olas atraviesan las aguas profundas a gran velocidad en forma de olas anchas y bajas, para luego elevarse considerablemente al disminuir la profundidad. La mayoría de los tsunamis se generan por desplazamientos de fallas geológicas en el fondo del mar; sin embargo, muchos tsunamis históricos de origen volcánico han causado numerosas muertes y grandes daños a propiedades a lo largo de playas marinas y lacustres, aún a grandes distancias de las erupciones. Existen numerosos mecanismos para la generación de tsunamis de origen volcánico, incluyendo sismos volcánicos o volcano-tectónicos, explosiones; colapso o hundimiento; deslizamientos, lahares o flujos piroclásticos que entran en contacto con agua; y ondas de

choque atmosféricas que entran violentamente al mar (Press & Harkrider, 1966). Las causas de los tsunamis más grandes han sido ampliamente debatidas, pero seguramente han tenido orígenes múltiples relacionados con colapsos, explosiones y flujos piroclásticos: las olas más pequeñas muy probablemente se formaron por acople aire-mar de ondas de presión (Latter, 1981; Simkin & Fiske, 1983; Francis, 1985).

Un sistema de alarma ubicado en distintos océanos provee avisos oportunos sobre el avance de tsunamis hacia zonas ubicadas a centenas hasta millares de kilómetros del sitio de origen del tsunami; sin embargo, debido a la gran velocidad de los tsunamis, las personas localizadas en zonas cercanas al lugar de origen tienen escaso tiempo para actuar. Adicionalmente, las olas que impactan en áreas proximales pueden ser muy altas y pueden afectar extensas zonas a lo largo de costas bajas, zonas que normalmente no deberían ser afectadas por tsunamis inducidos por sismos distantes. En estos casos, la evacuación previa a la ocurrencia de un evento generador de tsunamis es probablemente la única medida confiable de mitigación. Para el caso de las zonas que no han sido evacuadas antes del evento, las medidas de mitigación requieren que observadores visuales, o algún sistema de monitoreo, detecten el evento generador de tsunamis o el tsunami en sí, y avisen inmediatamente a las personas ubicadas en las zonas de peligro, y que además estas personas sepan dónde buscar refugio. En costas altas, las personas sólo necesitarían movilizarse distancias cortas, mientras que en costas bajas estas personas podrían estar lejos de zonas seguras.

3.3 Zonificación de la amenaza

Uno de los elementos esenciales en la elaboración de un plan de emergencias es la delimitación espacial y el establecimiento de las áreas sujetas a distintos tipos y niveles de amenazas. Evidentemente este tipo de cartografía debe estar basado en el conocimiento geológico, volcanológico, geofísico y geomorfológico detallado de la región analizada, así como en el establecimiento de los escenarios eruptivos de mayor probabilidad. Llevar a cabo la evaluación de los peligros volcánicos en regiones donde el conocimiento de la historia volcanológica pasada es pobre, donde son escasos los datos detallados de carácter geocronológico, y donde no hay actividad eruptiva histórica de cada uno de los escenarios resulta difícil y problemático. Si además se considera que una de las especificidades del volcanismo de nuestra región es el no estar asociado actualmente a un único edificio central, como ocurre en la mayoría de las regiones volcánicamente activas del mundo, y el constituir un volcanismo esencialmente monogenético, distribuido aparentemente de forma más o menos dispersa sobre el territorio, esa dificultad se incrementa tanto de cara a la vigilancia volcánica como a la planificación.

Afortunadamente la isla de Tenerife cuenta con numerosos trabajos científicos donde se aborda la zonificación de los peligros volcánicos desde muy diversas perspectivas y metodologías, realizadas por diferentes grupos de investigación, que permiten un acercamiento adecuado a la planificación de la emergencia volcánica a largo plazo.

Dada la variedad de tipologías eruptivas, así como la falta de estudios detallados de los depósitos vinculados al volcanismo durante los últimos

20-30 Ka, el presente plan está basado en la consideración de los diferentes escenarios eruptivos y en la zonificación de los peligros volcánicos realizados en estudios científicos previos, abarcando exclusivamente la cartografía de los eventos de mayor probabilidad, que corresponde con erupciones de tipo estromboliano y carácter eminentemente efusivo.

Aunque la sismicidad es uno de los peligros vinculados a la actividad volcánica, no se considera en este ejercicio de zonificación por el elevado nivel de incertidumbre existente de cara a determinar las zonas de la Isla con mayor nivel de amenaza sísmica a consecuencia de la ausencia de estudios de microzonación.

3.3.1 Cartografía de los peligros volcánicos de Tenerife

En general el análisis de las áreas sujetas a los distintos peligros volcánicos tiene como objetivo la identificación de las áreas que con mayor probabilidad podrán ser afectadas por procesos volcánicos en el futuro.

La realización de esfuerzos por el establecimiento de una zonificación de los peligros volcánicos por niveles que afectan a la isla de Tenerife se viene realizando por parte de la comunidad científica desde hace décadas. La mayor parte de los trabajos están basados en el establecimiento de los sectores más probables de apertura de centros de emisión y en la caracterización de la tipología eruptiva en base al conocimiento de la historia eruptiva pasada de la isla de Tenerife (tipo de magma, escenarios eruptivos, índices de explosividad, trazado de los flujos, etc.).

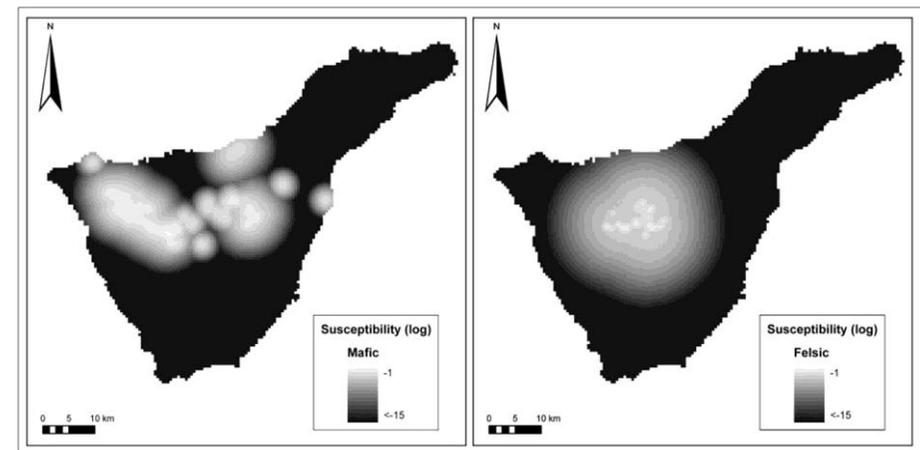
La mayoría de estos trabajos se centran en la identificación de las zonas de la isla más propensas a verse afectadas por erupciones futuras en función de metodologías de análisis diferenciadas. Aunque la zonificación de los peligros volcánicos en la isla de Tenerife realizadas por estos equipos muestra áreas que no siempre coinciden en sus límites espaciales, ya que algunos datos cronológicos han quedado obsoletos por nuevas investigaciones, las similitudes de los resultados de todos ellos permiten el establecimiento de una serie de rasgos comunes que pueden aplicarse a la evaluación de los riesgos volcánicos a largo plazo.

Uno de los primeros elementos a establecer en la zonificación de la amenaza volcánica es el lugar de ubicación de los centros de emisión de erupciones futuras. Tanto el establecimiento de las áreas afectadas como el de las zonas de mayor probabilidad de verse afectadas por flujos volcánicos están basados en el conocimiento de las áreas fuente, pues la totalidad de los modelos de simulación requieren del conocimiento del lugar concreto de emisión.

La susceptibilidad volcánica de la isla de Tenerife, es decir, la probabilidad espacial de ubicación de nuevos centros de emisión ha sido establecida, entre otros autores, por Martí y Felpeto (2010) basándose en la localización de los centros de emisión, en los lineamientos volcánicos de menos de 30 ka y en el tipo de magma involucrado. Estos autores establecieron las áreas más probables de ubicación de centros eruptivos máficos y félsicos (Figura 77). Estos mapas de susceptibilidad volcánica de Tenerife muestran que el área susceptible de albergar en el futuro centros de emisión está bastante concentrada y afecta fundamentalmente al sector central y noroccidental de las cumbres de la isla. Las áreas de mayor

probabilidad de acoger centros de emisión basálticos se concentran fundamentalmente en torno al eje central de la dorsal NW y el área suroccidental de la dorsal NE, de modo que la futura ubicación de los centros de emisión máficos parece estar controlada por los rift activos de la isla, como ha ocurrido a lo largo de la historia volcánica pasada de Tenerife. El mapa de susceptibilidad del volcanismo fonolítico muestra como las erupciones félsicas aparecen concentradas en torno al edificio Teide-Pico Viejo, afectando tanto a los cráteres principales como a respiraderos ubicados en su base y flancos

Figura 77. Mapa de susceptibilidad volcánica máfica y félsica de la isla de Tenerife.

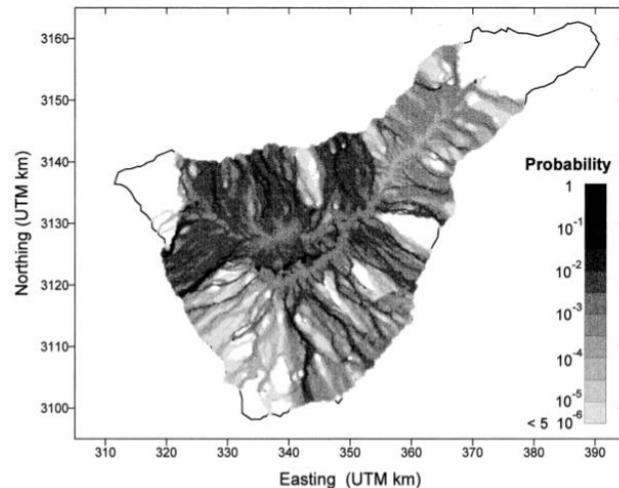


Fuente: Martí et al., 2010

Araña et al, (2000) centraron su atención en el análisis y caracterización de los peligros volcánicos de mayor relevancia asociados a un posible

escenario eruptivo en la isla a corto plazo, con la caída de cenizas y, fundamentalmente, la emisión de flujos lávicos.

Figura 78. Mapa de probabilidad para flujos lávicos en Tenerife, realizado a partir de modelo digital de elevaciones.



Fuente: Araña et al, 2000

La zonificación establecida por estos autores para erupciones efusivas está basada en la simulación de un modelo de flujo que utiliza la máxima pendiente y se inserta en un MDT, con una resolución de 200 m. (Felpeto et al. 1996; Macedonio, 1996). En este modelo se asume que la topografía desempeña el papel principal en la determinación de la ruta que seguirán los flujos lávicos. La simulación reiterada de trazados de flujo permitió a estos autores estimar la probabilidad de que un sector fuera ocupado por

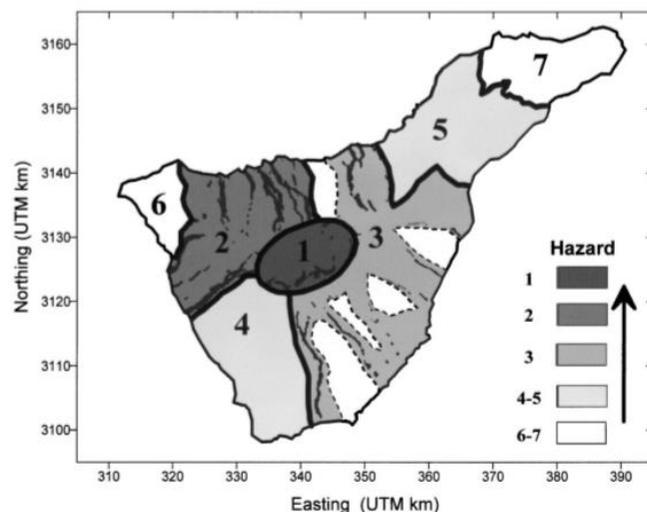
flujos lávicos de escenarios eruptivos distintos, estableciendo áreas de alta y baja probabilidad en función del número de veces que los flujos afectaron a esa área (Figura 78).

A partir de los resultados de esta modelización se identificaron las zonas de la isla más propensas a verse afectadas por flujos lávicos durante un episodio eruptivo próximo. Establecieron que la zona con mayor probabilidad de verse cubierta de nuevo por flujos lávicos es la cordillera volcánica de Abeque (o rift NW), donde además no existen zonas topográficamente protegidas. La dorsal de Pedro Gil (rift NE), tiene sin embargo una menor probabilidad, estando además el volcanismo concentrado en su sector suroccidental. Los resultados de las simulaciones realizadas hacia la vertiente norte de esta dorsal muestran como los flujos tienden a ocupar parte del Valle de La Orotava, siguiendo la red de drenaje. En el caso de la vertiente sur de la isla, la existencia de una red hídrica bien jerarquizada determina la existencia de zonas topográficamente protegidas frente a las coladas y facilita su rápida concentración, contribuyendo a reducir considerablemente el área afectada por los mismos (Figura 79).

Carracedo et al (2004 a y b), delimitan la isla de Tenerife en 11 zonas de diferente peligrosidad, siendo las cuatro primeras las más vulnerables. Las áreas más propensas a volver a albergar futuras erupciones son la dorsal de Abeque y los sectores ubicados en la base del complejo volcánico Teide-Pico Viejo, solamente en su vertiente norte. Desde un punto de vista metodológico este trabajo se basa en la premisa de que, a corto plazo, el escenario eruptivo más probable para la isla será una erupción máfica y de

carácter fisural, con mecanismos eruptivos estrombolianos, similar a las últimas ocurridas en tiempos históricos en Tenerife.

Figura 79. Zonificación de las zonas de peligrosidad volcánica por coladas de lava y cenizas para la isla de Tenerife.



1. Riesgo máximo: Sectores con mayor probabilidad de ser cubiertos por cenizas y flujos lávicos. 2.-Riesgo Alto: Zona de alta probabilidad alta de flujos y probabilidad significativa de caída de cenizas. 3.- Riesgo medio: Zonas con menor probabilidad de flujos lávicos, con áreas topográficamente protegidas frente a los mismos. 4 y 5.- Riesgo bajo: Probabilidad de ocurrencia de erupciones baja. 6 y 7.- Espacios protegidos topográficamente frente a flujos lávicos y con probabilidad de caída de cenizas muy baja. Fuente: Araña et al, 1999

Según los autores de este estudio, este tipo de volcanismo no presenta un riesgo importante, ya que se suele constreñir a la formación de uno o varios conos de piroclastos (lapilli o picón y escorias) y a la emisión de coladas fluidas que discurren generalmente hacia el mar. No obstante, señalan que este tipo de erupciones, relativamente inocuas, pueden complicarse si existe interacción del magma superficial con el agua, freática o marina, evolucionando, súbitamente a veces, hacia episodios freatomagmáticos, de una explosividad e intensidad considerablemente mayores. También en ocasiones puntuales a lo largo de la historia geológica reciente de Tenerife, han existido en la isla eventos eruptivos en los que han coexistido en una misma erupción los típicos magmas basálticos con otros más evolucionados (fonolíticos). Estos últimos son mucho más viscosos y tendentes a generar episodios explosivos. Estas erupciones se localizan preferentemente en la base del edificio principal del Teide y en la conjunción con este edificio volcánico de las dorsales de Abeque y Pedro Gil. El resultado de estas erupciones es la formación de un cono estromboliano de escorias y lapilli fonolítico (pómez), con mantos de pómez de proyección aérea de mayor espesor y extensión que en las erupciones estrombolianas de carácter basáltico. Por otro lado, Carracedo et al, (2004 a y b) señalan que, aunque con menor frecuencia y probabilidad, las erupciones de carácter fonolítico, con mecanismos estrombolianos o incluso moderadamente explosivos (Montaña Blanca) representa también un peligro real.

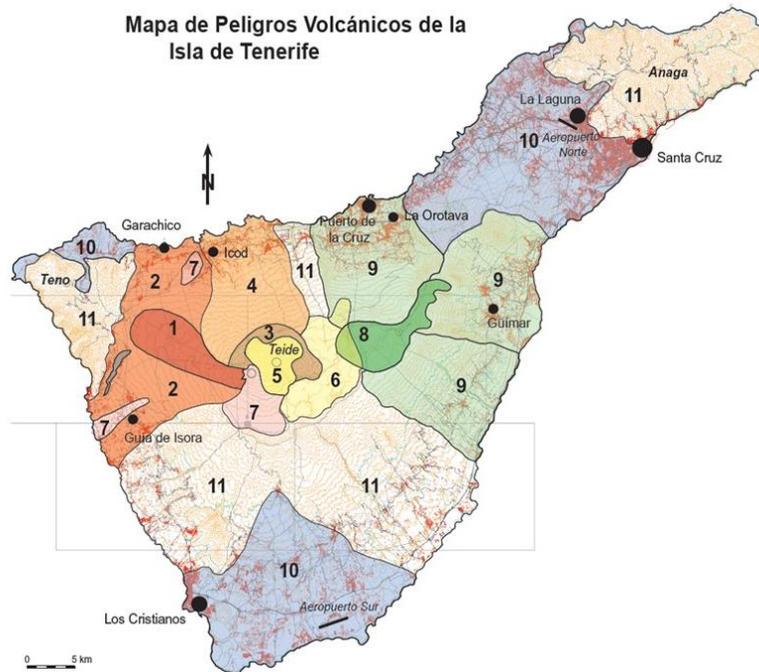
Esta propuesta de zonificación contempla, además, la actividad de los propios estratovolcanes Teide y Pico Viejo. Estos han emitido generalmente coladas (las fases algo más explosivas son posteriores y

asociadas a los domos periféricos), inicialmente de basaltos y basanitas, diferenciándose progresivamente a términos intermedios y fonolíticos.

El análisis del conjunto de estos rasgos, desde una perspectiva espacial y temporal, y su influencia sobre el conjunto del territorio insular actúa como fundamento para el establecimiento de 11 zonas, ordenadas de mayor a menor, en función de la probabilidad de ocurrencia y exposición a los distintos tipos de peligros.

1. Dorsal de Abeque (NW): Es la parte más activa de la isla durante los últimos 20.000 años. Alberga al menos 5 erupciones en los últimos 2.000 años, todas de marcado carácter estromboliano, dando lugar a conos y coladas basálticas. Los peligros que se asocian a este tipo de actividad se vinculan a la emisión de las propias coladas, la lluvia de lapilli y la proyección de bombas que pueden llegar a ocasionar incendios forestales. A estos hay que añadir los procesos de desgasificación vinculados a salideros y bocas eruptivas, así como al enfriamiento del propio material lávico. Asociada a esta desgasificación es probable la contaminación de acuíferos establecidos en esta zona.
2. Flancos de la Dorsal de Abeque (NW): áreas invadidas por coladas que provienen de la Dorsal y alcanzan frecuentemente la costa. Destrucción asociada al paso de coladas y a incendios forestales. Lluvia de cenizas finas (de proyección aérea), esparcidas según la fuerza y dirección del viento. Explosiones freáticas y colapsos del frente de coladas al llegar éstas al mar.
3. Domos periféricos del Teide: domos y domo-coladas fonolíticos. Erupciones de larga duración, asociadas con lluvias de pómez y, eventualmente, pequeños flujos piroclásticos (muy raros) en relación con colapsos de domo. Sismicidad frecuente y relativamente intensa ($M < 5$). Última erupción: Roques Blancos, 1790 BP.
4. Laderas del norte del Teide: coladas fonolíticas de gran potencia emitidas por domos y que alcanzan la costa norte. Destrucción asociada a enormes pero muy lentas coladas que no respetan la topografía. Incendios forestales y lluvias de pómez de escasa importancia. Al menos 5 erupciones en los últimos 6.000 años.
5. Estratovolcán del Teide (edificio principal): coladas fonolíticas muy ramificadas. Sólo una erupción en los últimos 30.000 años. Probabilidad muy baja de explosiones freatomagmáticas (última explosión freatomagmática >17.500 años, Pérez Torrado et al., 2004).
6. Parte oriental de la caldera de Las Cañadas: domos y domo-coladas fonolíticos de Montaña Blanca y Montaña Rajada. Peligros similares a los de las zonas 3 y 4, pero con el flujo de las coladas esencialmente restringido al interior de la caldera de Las Cañadas. Última erupción: erupción moderadamente explosiva de Montaña Blanca (2020 BP).

Figura 80. Mapa de peligros volcánicos de la Isla de Tenerife



Fuente: Carracedo et al., (2004b)

7. Parte occidental de la Caldera de Las Cañadas (Ucanca): coladas basálticas a fonolíticas emitidas por el Teide y Pico Viejo. Sin actividad eruptiva en los últimos 15.000 años, excepto la erupción histórica (1798) de las Narices del Teide. Se incluyen en esta zona las partes no recubiertas por lavas en los últimos 15.000 años.

8. Dorsal de Pedro Gil (NE): erupciones estrombolianas que han generado coladas y conos basálticos. Peligros similares a los de la zona 1. Sin actividad eruptiva en los últimos 30.000 años, excepto las erupciones históricas de escasa relevancia de 1704-1705 (Fasnia y Siete Fuentes).
9. Fasnia y Valles de La Orotava y Güímar: coladas basálticas emitidas en la Dorsal Noreste. Últimas erupciones: 11.000 años en el Valle de La Orotava, 1704-1705 en Fasnia y 1705 en el Valle de Güímar.
10. Partes distales de las dorsales más antiguas, sin actividad eruptiva reciente (>30.000 años).
11. Escudos miocenos de Teno y Anaga (6-4 millones de años) y laderas norte (La Fortaleza, macizo de Tigaiga) y sur del Edificio Cañadas (sin actividad en los últimos 170.000 años), con zonas protegidas topográficamente por la pared de la caldera de Las Cañadas.

La definición de estas 11 zonas de peligrosidad volcánica de la isla describe con mayor precisión los resultados obtenidos en el estudio de Araña et al (1999), pues cuenta con datos geocronológicos más detallados que los utilizados por estos últimos autores. No obstante, la aplicación de modelos de simulación para la zonificación de los riesgos volcánicos en la isla de Tenerife permite definir con mayor precisión algunos de los sectores establecidos en los trabajos comentados con anterioridad.

Desde este punto de vista, la realización de la cartografía de peligros de la isla de Tenerife generada por el IGME en el marco del Plan Nacional de Riesgos Geológicos (PRIGEO, 2006), aunque claramente condicionada por la escala de análisis prevista para en el proyecto (1:25.000), constituye una referencia ineludible. El mapa resultado de este proyecto no sólo está basado en la identificación y caracterización de los estilos eruptivos y fenómenos asociados, sino que evalúan también los periodos de retorno y la probabilidad de ocurrencia espacial. Para poder ejecutar este modelo fue necesario establecer de qué forma se han distribuido los eventos volcánicos que han sucedido en la Isla hasta la fecha, definir si han seguido algún tipo de patrón y extrapolar este comportamiento al futuro. Este tipo de análisis estadístico está basado en los datos de las erupciones ocurridas tanto en el periodo histórico como en el registro geológico reciente, por lo que, en el contexto de este trabajo se elaboró un catálogo o base de datos geocronológicos, que facilitó la obtención de una visión de conjunto de la evolución de la Isla. Vinculado a este catálogo se estableció una base de datos en la que se representaron los centros emisores. Esta base de datos constituye el denominado *catálogo de eventos*. El análisis de este catálogo permite establecer un modelo de recurrencia para las erupciones en la Isla.

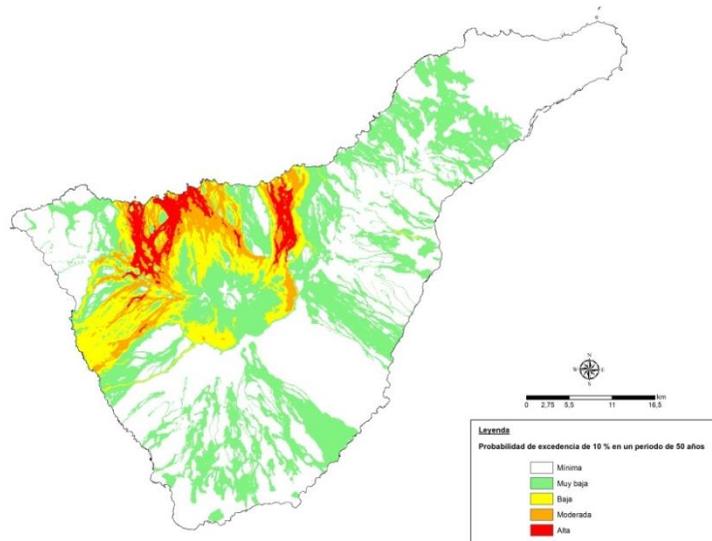
El análisis de la distribución de futuros eventos volcánicos en la Isla se realizó utilizando un enmallado regular sobre el que se simulaban centros aleatorios con los mismos caracteres de erupciones previas (orientación y longitud de fisuras, número de centros, volumen, tasa de emisión etc.).

A pesar de que en la histórica geológica histórica no se hayan producido grandes eventos explosivos, esto no significa sin embargo que no sea posible que en el futuro se puedan producir eventos similares a los del

periodo de formación del edificio Cañadas, pero la carencia de datos detallados sobre este tipo de eventos supone un grave inconveniente a la hora de valorar los posibles escenarios eruptivos que podrían tener lugar en el futuro en relación con este tipo de volcanismo. Por estos motivos, para el modelo planteado por el IGME (2006) se contempló exclusivamente el análisis de las erupciones de tipo efusivo quedando excluidos del mismo los fenómenos relacionados con la ocurrencia de erupciones explosivas, debido a la carencia de datos suficientes para poder llevar a cabo un análisis de tipo probabilístico.

En el contexto de estos modelos, el cálculo de la peligrosidad se realizó analizando, para cada punto de la Isla la relación entre la intensidad del fenómeno y su frecuencia. El procedimiento de muestreo de las simulaciones garantiza que todos los escenarios posibles vengan representados en función de su probabilidad de ocurrencia. En este sentido, resulta necesario tener en cuenta que para el establecimiento de estos escenarios eruptivos simulados se parte de la hipótesis de que el comportamiento eruptivo futuro será similar al que han tenido los eventos durante el último periodo constructivo de la Isla, y que es el que se tiene en cuenta para la obtención de las variables de simulación. Para la simulación de las erupciones efusivas se parte de la hipótesis de que la magnitud de todas es similar, comprendida entre VEI 2 y 3. A pesar de que, a efectos de simulación, la magnitud de estas erupciones es similar, se introduce como factor diferencial volúmenes variables en los materiales emitidos.

Figura 81. Mapa de peligrosidad para flujos lávicos en Tenerife

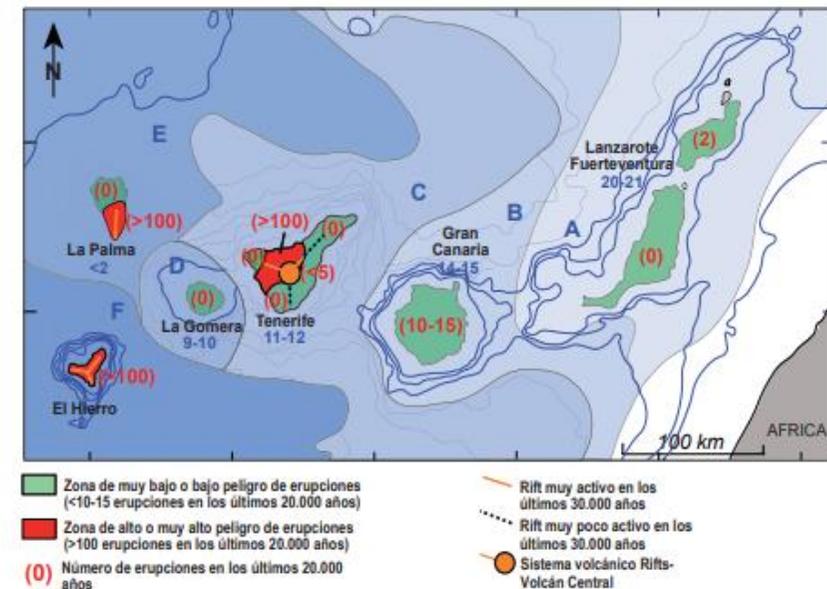


Fuente: IGME (2006)

El resultado de este trabajo es un mapa de peligrosidad (Figura 81) por coladas de lava en la isla de Tenerife en el que, al igual que en otros trabajos de objetivo similar, la zonificación resultante se ve claramente condicionada por la red hidrográfica y la topografía insular. A grandes rasgos, en él se identifican como sectores de mayor probabilidad las zonas de cumbre de la Dorsal de Abeque, el extremo sur de la Dorsal Noroeste y los ámbitos basales del complejo volcánico Teide-Pico Viejo. Desde estas zonas parten digitaciones en la zonificación de ámbitos de alta

probabilidad, asociados a sectores topográficamente deprimidos que se extienden hasta cotas altitudinales típicas de medianías.

Figura 82. Zonificación de los peligros volcánicos del Archipiélago Canario



Fuente: Carracedo et al., 2004b

El estudio realizado por Carracedo et al., (2004b), al igual que la mayoría de los publicados de cara al establecimiento de zonificaciones de peligros volcánicos en Canarias, establece como imprescindible el correcto conocimiento de la actividad volcánica reciente del conjunto completo de las Islas Canarias, en una ventana temporal de los últimos 20. Ka. El estudio

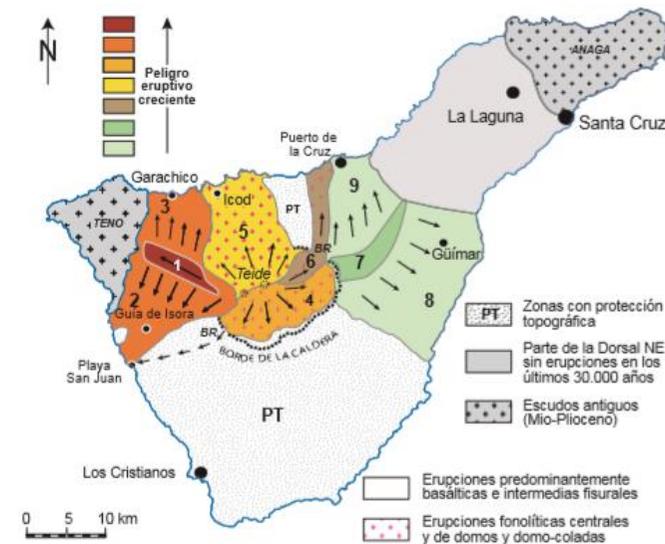
del volcanismo de este período a escala de todo el archipiélago permite establecer tanto la frecuencia y el tipo de erupciones ocurridas, como las zonas y estructuras geológicas más activas (rift volcánicos, edificios centrales) y las áreas que han sido recubiertas por lavas con mayor frecuencia. Para estos autores, del conjunto de las islas del Archipiélago, solamente tres han tenido una actividad eruptiva importante en este periodo: El Hierro, La Palma y Tenerife (Figura 82).

En este análisis de conjunto, una parte de la isla de Tenerife es considerada como zona de alto o muy alto peligro, pues cuenta con más de 100 erupciones en los últimos 20 ka, siendo el Rift Noroeste (Dorsal de Abeque) y el complejo volcánico del Teide-Pico Viejo, las áreas donde, con mayor probabilidad se localizará la próxima erupción volcánica de Tenerife. Estos mismos espacios geográficos albergan también parte importante del volcanismo histórico de Tenerife; Boca Cangrejo, Arenas Negras-Volcán de Garachico (1706), Narices del Teide (1798) y Chinyero (1909), y donde se localiza, además, la mayor densidad de centros eruptivos recientes de la isla. Según estos autores sólo la dorsal noroeste y el edificio central han tenido actividad eruptiva importante en los últimos 30 ka.

Una vez identificados los sectores más propensos a albergar la apertura de futuros centros eruptivos en Tenerife, el análisis de las condiciones topográficas permitió a los autores la definición de zonas inundables y zonas donde los flujos lávicos no pueden llegar, es decir, *zonas de protección topográfica*. En el caso de las coladas de lava, en cuya zonificación se centra este trabajo, estos materiales están condicionados en su recorrido y extensión por su reología y tasa eruptiva. Esta realidad se incorpora a las premisas metodológicas del trabajo a través de la

utilización de valores máximos en las tasas eruptivas y capacidad de desplazamiento de las lavas, puesto que no puede establecerse, a priori, cuál será el volumen de materiales emitido ni las tasas eruptivas de erupciones futuras. En este contexto, el estudio de los rasgos topográficos permite definir las variables geométricas del terreno, fundamentalmente la pendiente, con lo que es posible pronosticar cuáles serán las rutas preferentes de las coladas de una nueva erupción volcánica.

Figura 83. Principales zonas de peligrosidad volcánica definida a partir de las zonas de inundación, a partir de las zonas de las cuencas de los barrancos, y de las zonas de mayor recurrencia de erupciones en los últimos 30.00 años



Fuente Carracedo et al., 2004b

Metodológicamente, la zonificación de los peligros volcánicos de la isla se basa en el análisis simultáneo de las áreas inundables y los factores de los peligros eruptivos más probables. Para el conjunto de la isla, quedan descartadas las zonas que no han albergado erupciones en los últimos 30 ka (los macizos Mio-Pliocenos de Teno y Anaga; la zona más oriental de la Dorsal NE; el macizo de Tigaiga y el sur de la isla, quedan además protegidos topográficamente por el escarpe de la Caldera de Las Cañadas frente al flujo de lavas desde la zona activa reciente central (Figura 83). La cartografía de las áreas propensas a albergar en el futuro una erupción están compartimentadas en 9 sectores, de los cuales tres se asocian total o parcialmente a la estructura de la dorsal de Abeque, siendo sus cumbres el único territorio de la isla que alberga valores máximos de peligro eruptivo.

Como se aprecia en las páginas previas, independientemente de la metodología de análisis utilizada en los estudios de zonificación de los peligros volcánicos de la isla de Tenerife, todos ellos coinciden en los siguientes supuestos:

1.- Las áreas de mayores niveles de peligrosidad corresponden al sector de cumbres central (Teide-Pico-Viejo) y del rift noroccidental (rift NW o dorsal de Abeque). Las zonas de menor densidad de centros de emisión, con un volcanismo de edad superior a los 20-30 ka, protegidas topográficamente frente a la invasión de flujos lávicos o muy alejadas de las áreas de actividad reciente, sólo podrían verse afectadas ocasionalmente por la caída de cenizas volcánicas.

2.-El escenario eruptivo más probable está asociado al desarrollo de erupciones máficas de tipo fisural y mecanismos eruptivos estrombolianos,

con comportamientos esencialmente efusivos. No obstante, hay que considerar que procesos de contacto agua-magma (freáticos o marinos), o mezclas de magmas (basálticos y fonolíticos), podrían incrementar el grado de explosividad de estos eventos.

3.- La frecuencia eruptiva varía en función del tipo de magma involucrado, de modo que puede ser establecido en torno a los 40-100 años, para las erupciones basálticas, de rasgos similares a las producidas en período histórico, y de unos 1000 años para las correspondientes a magmas fonolíticos. En cualquier caso, estos pronósticos, han sido ampliamente rebasados desde la última erupción basáltica acontecida en la isla (Chinyero 1909), así como desde el último evento fonolítico, que tiene una edad establecida en 1.714-1.790 BP (Martí et al.,2012)

3.3.2 Propuesta de Síntesis para la Zonificación de las Amenazas Volcánicas en Tenerife

El conjunto de los trabajos anteriormente citados permite la definición de una propuesta sintética de zonificación de los peligros volcánicos de la isla, a largo plazo, y el establecimiento de cinco niveles de amenazas (Figura 84).

El escenario eruptivo que se propone como más probable en el seno de este Plan, se integra dentro de las Zonas 1 y 2, formando por tanto parte de los espacios de muy alto nivel de amenaza previstos para la isla. Estas zonas coinciden con la dorsal de Abeque (rift NW). Los sectores de cumbre de la dorsal se identifican como el área expuesta a un mayor número de peligros, así como el espacio más propenso a albergar nuevos centros de

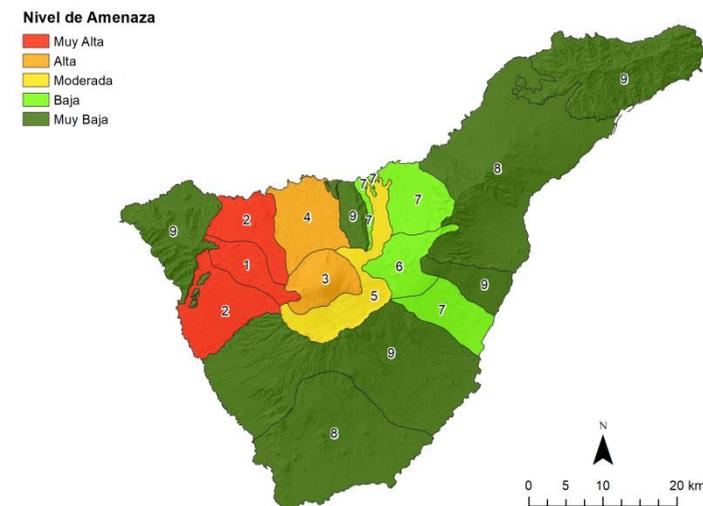
emisión asociables a un futuro episodio eruptivo. Esta Zona 1, abarca una amplia franja que se extiende desde las montañas de Bilma, Tamaseche y La Higuerita, hasta los volcanes de Chío y los cráteres de Chahorra, inscrito ya en el flanco suroccidental de Pico Viejo. Este sector alberga el conjunto de los conos volcánicos que coronan la dorsal, incluyendo los volcanes históricos o subhistóricos de Chinyero, Garachico, Narices del Teide, y Boca Cangrejo. En comparación con otras dorsales de Canarias presenta una concentración de edificios volcánicos monogénicos de baja densidad, que da lugar a múltiples pasillos intervolcánicos, por los que, con frecuencia suelen orientarse los flujos de lava. Esta situación fue vivida durante la erupción del Chinyero, en 1909, y con anterioridad en múltiples ocasiones, como puede deducirse de la realización de un análisis simple de la cartografía geológica de esta parte de la isla. Estos pasillos, no solamente controlan el emplazamiento de flujos de carácter máfico, sino que, condicionan también el trazado y la disposición de los flujos de carácter fonolítico procedentes del estratovolcán Pico Viejo y de los domos fonolíticos asociados al Teide (Marti et al, 2012).

No obstante, la mayoría de los materiales emitidos con anterioridad por los centros de emisión emplazados en el sector de cumbres de esta dorsal tienden a sobrepasar los límites de la zona de cumbres, ocupando espacios pertenecientes a los flancos de la cordillera. Por ello, el conjunto de las laderas de esta dorsal, tanto en su vertiente norte como sur, se incluyen también en sectores de muy alta amenaza, identificadas cartográficamente como Zona 2.

Ambas laderas acogen ejemplos significativos de afecciones por volcanismo reciente a los flancos de la dorsal, algunos de muy alto impacto

socioeconómico para la isla (Erupción de Garachico, 1706), debido a la llegada de coladas de lava a la zona más densamente poblada de los sectores de medianía y costa.

Figura 84. Zonificación de la peligrosidad volcánica para la isla de Tenerife



Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes citadas

Los sectores 3 y 4 catalogados como zonas de alta amenaza están asociados a escenarios eruptivos fundamentalmente fonolíticos, con erupciones félsicas de dinámicas estrombolianas violentas y el desarrollo de abundantes flujos lávicos que emitidos desde los estratovolcanes de Teide y Pico Viejo recorren las laderas del interior del Valle de Icod. En estas zonas también se pueden producir erupciones de carácter pliniano y



subplineano, aunque durante los últimos 30.000 años han sido muy poco frecuentes en estos espacios.

El sector 5 ha sido descrito en numerosas ocasiones como un espacio susceptible de verse afectado por coladas de lava, cenizas procedentes de la actividad eruptiva de los estratovolcanes Teide y Pico Viejo, así como de edificios volcánicos monogenéticos que pudieran surgir en el propio atrio de Las Cañadas y vinculándose con niveles moderados de amenaza. Este sector arreico dificulta la evacuación de materiales fluidos y su expansión y acumulación dentro del propio recinto.

Las zonas 6 y 7 se corresponden con sectores de baja probabilidad eruptiva, a pesar de que en ella ha tenido lugar uno de los últimos episodios volcánicos en tiempo histórico de Tenerife. Estudios previos datan la mayoría de los centros de emisión localizados en la crestería suroccidental de esta dorsal con edades superiores a los 30 ka, por lo que, a pesar de que es evidente que no pueden descartarse posibles erupciones futuras, su probabilidad basada en periodos de recurrencia es menor.

Las áreas protegidas topográficamente de cara a las amenazas que suponen los flujos lávicos, aunque pueden verse afectados ocasionalmente por la caída de cenizas, han sido integradas en las zonas de amenaza muy baja (zonas 8 y 9), estando incluidos en este nivel los Macizos Antiguos de Anaga y Teno, el conjunto de Tigaiga, La Ladera de Güímar, así como el flanco meridional del Edificio Cañadas, y los campos volcánicos del sur de la isla y del área nororiental de la dorsal de Pedro Gil.



3.4 Escenario eruptivo probable para Tenerife

Dado los objetivos de este documento, la elaboración del Plan de actuación en caso de crisis volcánica, corresponde efectuar una evaluación del volcanismo a largo plazo, asumiendo que en el momento en que se produzca una erupción volcánica en Tenerife se deberán llevar a cabo modelos de simulación de flujos de lava y de dispersión de cenizas, acordes al área de apertura de los centros de emisión, de la evolución de los parámetros físicos del proceso volcánico y de las condiciones climáticas imperantes en esos momentos.

Como ya se ha mencionado en epígrafes previos, la isla de Tenerife cuenta con una amplia variedad de peligros relacionados con el vulcanismo (Martí et al., 2008a, Martí et al., 2008b, Martí et al., 2012, Sobradelo y Martí, 2010, Sobradelo et al., 2011), que corresponden a una amplia gama de composiciones magmáticas y estilos eruptivos. Todos los autores están de acuerdo en señalar la posibilidad de nuevas erupciones tanto basálticas (asociadas principalmente a las dorsales activas fuera del Edificio Central), como fonolíticas (vinculadas al Complejo Volcánico Central).

Tanto durante los últimos 20-30 ka, como durante los últimos 5000 años se han producido erupciones en ambos sistemas volcánicos (Carracedo et al., 2004a, Carracedo et al., 2007, Martí et al., 2008a y b; Martí et al., 2010). Ahora bien, el volcanismo asociado a las dorsales o rifts NE, NW y S de la isla posee edades muy diferenciadas; pues la dorsal sur es bastante más antigua con edades en torno a los 90.000 años y la dorsal NE posee una antigüedad superior a 31.000 años, si se exceptúan las erupciones históricas de 1704-1705, desarrolladas en su sector suroccidental y central.

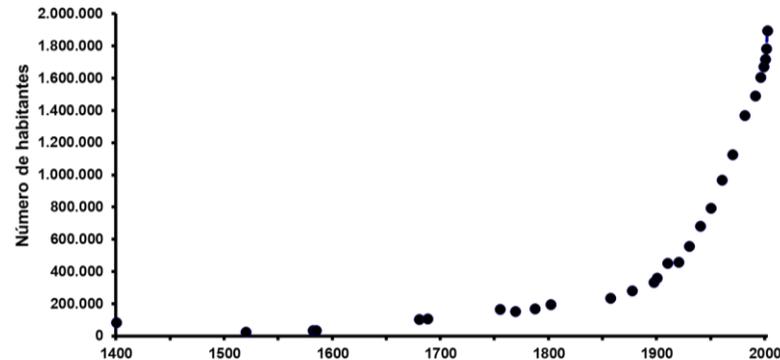
Este hecho pone de manifiesto una mayor probabilidad eruptiva de la dorsal NE, puesto que en ella se han desarrollado 4 de los cinco eventos volcánicos ocurridos en la isla de época histórica.

Aunque no existen registros sobre eventos eruptivos históricos en el sistema fonolítico central, los datos geocronológicos disponibles sugieren intervalos eruptivos para el Teide-Pico Viejo del orden de 1000 años (Carracedo et al., 2004, Carracedo et al., 2007, Martí et al., 2012). Los posibles escenarios relacionados con el sistema Teide-Pico Viejo son descritos por Martí et al. (2008b) y Sobradelo y Martí (2010), que establecieron los árboles de eventos de riesgo volcánico a largo plazo en función del conjunto de tipos eruptivos. Aunque Carracedo et al (2007) mencionan que el escenario eruptivo más probable del Teide-Pico Viejo se asocia al desarrollo de eventos fonolíticos esencialmente efusivos, otros autores señalan que los escenarios eruptivos esperados en el edificio central incluirían también erupciones explosivas de comportamientos subplinianos a plinianos, con columnas sostenidas altas, lluvias de cenizas y corrientes de densidad piroclásticas (García et al., 2011, Martí et al., 2012). Ejemplos de flujos de lava fonolíticos desde el respiradero central y los flancos de la caldera se describen en Carracedo et al (2004b) y Martí et al. (2008a y 2012).

De cara al establecimiento de los peligros vinculados a erupciones de tipo máfico, semejantes a las ocurridas durante el Holoceno y sobre todo en el período histórico, es necesario remarcar los profundos cambios operados en el territorio, el poblamiento y la población de la isla desde la última erupción de 1909. Ello significa que el impacto causado por eventos

eruptivos de características similares sería en la actualidad mucho mayor que el producido en etapas previas (Figura 85).

Figura 85. Evolución de la población de Canarias desde la época de la conquista hasta el año 2000.



Fuente: Elaboración propia a partir de Arco Aguilar, M. y Navarros Mederos, J; Macías Hernández, A. (1995); Martín Ruiz, J. Fariña, Manuel. ISTAC

3.4.1 Escenarios eruptivos más frecuentes

Teniendo en consideración la baja frecuencia eruptiva (con un período de recurrencia de 100 años para las erupciones máficas² y de 1000 años para las erupciones fonolíticas), los bajos índices de explosividad volcánica - establecidos entre 2 y 3 para las erupciones históricas (Laín, 2006) y de 4

²Conviene, no obstante señalar que Araña et al. (2000) calcularon períodos de recurrencia más breves para las erupciones en Tenerife, establecidos entre 44 y 83 años, con un grado de confianza del 95%.

para las fonolíticas (Martí et al, 2008), y considerando también que las erupciones domáticas basales de los últimos 30 ka parecen haber aumentado la estabilidad del Teide y en consecuencia haber disminuido su posibilidad de colapso (Carracedo et al, 2007), los riesgos volcánicos actuales en Tenerife han sido estimados como modestos (Carracedo et al, 2007). Sin embargo, la ocurrencia de erupciones de carácter máfico a lo largo del rift NW y de las erupciones fonolíticas desarrolladas en los flancos del Teide, Pico Viejo, esencialmente efusivas, ponen de manifiesto que existe un riesgo significativo de flujos de lava, puesto que durante el período mencionado estas han recubierto prácticamente las laderas de ambos sistemas eruptivos.

Basándose en los registros geológicos de los últimos 30 ka, y particularmente en lo sucedido durante el Holoceno (últimos 12 ka) en Tenerife, es posible establecer el área eruptiva más probable de un evento volcánico en la isla, ya que durante este último período las laderas de la dorsal y del flanco norte del Teide (incluyendo en él el Valle de Icod) han sido prácticamente cubiertas por coladas de lava, tanto correspondientes a erupciones máficas e intermedias como félsicas (Carracedo et al, 2007). Estos flujos tienen su área fuente en el eje de la dorsal NW de la isla, con una probabilidad establecida entre el 60-80%, y en la base del Teide-Pico Viejo, con una probabilidad de tan sólo el 20-40% (Carracedo et al, 2007). Ello significa que la erupción más probable tendrá como contexto geográfico el eje de la dorsal NW de la isla.

El volcanismo máfico holoceno muestra pautas de comportamiento muy similares, predominando las erupciones de magmas basálticos producidas a lo largo de fracturas cuya longitud oscila entre los 500 metros y los casi

11 km de longitud (Romero, 2018). El estudio del volcanismo histórico puede utilizarse para establecer los escenarios asociados a este tipo de volcanismo (Romero, 1991).

Corresponden a eventos volcánicos de duración relativamente breve, en torno a los 52 días de media, y escasa superficie cubierta, de entre 2 y 7 km², y valores medios en torno a los 5 km². Se trata de erupciones que emiten magmas predominantemente máficos, muy fluidos y de altas temperaturas, con rasgos efusivos marcados, bajos índices de explosividad volcánica, habitualmente con VEI de 2 y 3 (máximo de 4 para la erupción de Timanfaya, Galindo et al, 2014), y dinanismos eruptivos que varían desde el hawaiano al estromboliano/estromboliano violento y que pueden mostrar ocasionalmente fases de contacto agua/magma o desarrollarse en ambientes submarinos.

Los peligros principales asociados a erupciones de este estilo son los sismos volcánicos, piroclastos balísticos y de dispersión, flujos lávicos – incluyendo la formación de bolas de acreción, y todos aquellos procesos vinculados al contacto de las lavas con el agua, como colapsos de delta, explosiones litorales, olas de agua caliente y nubes de vapor en las zonas de entrada de las coladas en el mar-, y emisión de gases volcánicos. Todos estos fenómenos están acompañados habitualmente por incendios forestales y desprendimientos, y eventualmente por cambios en los caudales y composición fisicoquímica del agua, así como la deformación del suelo.

3.4.1.1 Piroclastos balísticos y de dispersión

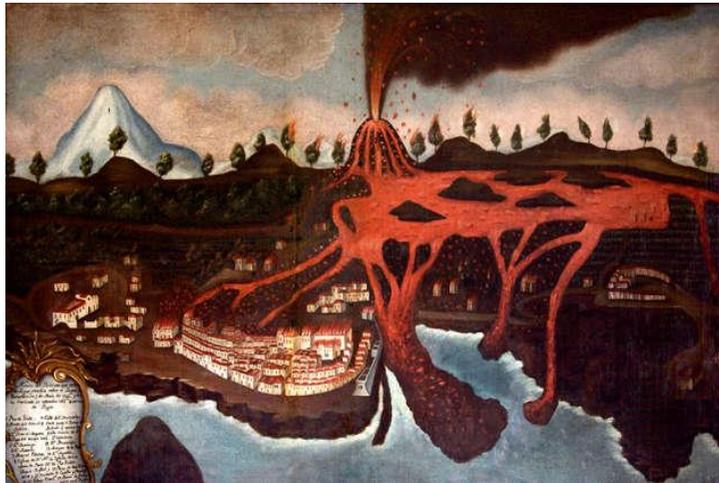
En el volcanismo máfico reciente e histórico de la isla, estos dos tipos de peligros volcánicos están asociados a erupciones de comportamiento variable a lo largo del período activo, en el que el mecanismo estromboliano es el predominante.

Las erupciones basálticas históricas comúnmente se inician como una fisura, produciendo fuentes de lava, con alturas entre 10 y 100 metros, depósitos de escorias soldadas y flujos clastogénicos de lava. La mayoría de los centros de emisión se localizan rápidamente durante las primeras horas en torno a un tramo concreto de la fractura, donde termina por construirse el edificio de mayor tamaño, mostrando una actividad de mayor intensidad que se refleja en la altura de la columna eruptiva y el volumen de lavas emitido (Romero, 1991). La mayor parte de los materiales emitidos durante las primeras horas sólo se observan en sectores de la fractura donde la actividad volcánica posterior ha permitido su conservación, habiendo quedado enterrados por los piroclastos y lavas de fases posteriores. Durante las fases posteriores, la actividad suele mostrar comportamientos estrombolianos, con cortas fases de mayor intensidad asociadas a comportamientos estrombolianos violentos (Erupción de 1909) o freatomagmáticos (erupción de 1798).

El peligro vinculado al emplazamiento balístico de los piroclastos emitidos durante erupciones con fuentes de lava o estilos estrombolianos se reduce a un área de escasa extensión alrededor de los centros de emisión, de entre 1-2 Km según la altura alcanzada por la columna eruptiva. Todos los fragmentos de este tipo se emiten a temperaturas altas (1000-1200°C) y

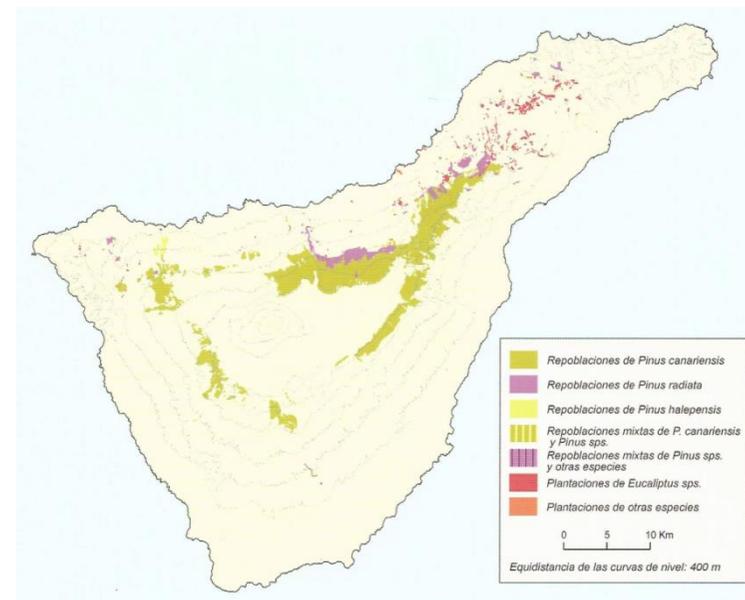
muestran un interior incandescente que puede provocar incendios. De hecho, se tiene constancia de incendios para las erupciones de Garachico en 1706 (Figura 86) y de Siete-Fuentes y Fasnía en 1704-1705, durante las primeras fases de las erupciones. No obstante, conviene recordar que la probabilidad de incendios es, en la actualidad, mucho mayor que en el pasado, ya que, desde la última erupción volcánica registrada en la isla, se han llevado a cabo tareas de reforestación y ampliación de la superficie ocupada por las masas forestales en las zonas más propensas a la apertura de nuevos focos eruptivos (Figura 87).

Figura 86. Incendios producidos en el pinar como resultado del emplazamiento de piroclastos balísticos durante la erupción de Garachico en 1706



Fuente: Pintor Anónimo. En Hernández Gutiérrez.

Figura 87. Repoblaciones de pinos y plantaciones de eucaliptos y otras especies en la isla de Tenerife entre 1946-1950



Fuente: Quirantes et al., (2011). Historia de los montes de Tenerife

Habitualmente se ha considerado, dado el carácter eminentemente estromboliano, que el área afectada por la caída de piroclastos es muy pequeña y que éstos constituyen un peligro volcánico muy bajo, salvo en sectores muy proximales al centro emisor, localizados en zonas de cumbres poco o nada ocupadas por el hombre. No obstante, el estudio de los materiales y depósitos de este tipo vinculados al volcanismo histórico de la isla, así como los datos recogidos en fuentes de carácter documental, al menos para los episodios de 1704-05, 1798 y 1909 (Romero, com pers),

ponen en evidencia que las cenizas de dispersión se distribuyeron por amplios sectores del norte de la isla (Figura 88), llegando a recogerse en lugares ubicados a unos 52 km de los centros eruptivos (Romero, 1991). Di Roberto et al., (2016) en base a estos datos y el análisis de los depósitos han clasificado esta erupción como estromboliana violenta.

Figura 88. Área de distribución de las cenizas volcánicas de la erupción del Chinyero



Fuente: Romero, 2009. Modificado de Fernández Navarro, 1910

La mayoría de las principales erupciones volcánicas explosivas del mundo que han causado problemas para la aviación en los últimos veinte años se asocian a mecanismos eruptivos con VEI altos y dinámicas plinianas, que expulsan una gran cantidad de cenizas y alcanzan grandes alturas, de modo que afectan a los niveles de crucero de los aviones a reacción de transporte internacional. No obstante, erupciones volcánicas de menor VEI que las plinianas no deben ser ignoradas ya que la columna podría afectar a los sectores de aproximación y salida de las aeronaves (International Civil Aviation Organization, 2007). Un estudio sobre los riesgos volcánicos en aeropuertos entre 1944 y 2006 señala que las erupciones pequeñas (VEI 1-2) fueron responsables del 16% de los incidentes recogidos en la base de datos, las erupciones moderadas (VEI 3-4) supusieron el 68% y las erupciones grandes (VEI 5-6) tan sólo el 14% (Guffanti et al., 2009). Por otro lado, un estudio llevado a cabo durante las erupciones producidas en el Etna con índices de explosividad volcánica semejantes a las erupciones históricas de las Islas Canarias (VEI: 1-3), y con estilos eruptivos caracterizados por erupciones explosivas persistentes o erupciones efusivas, dieron lugar a la producción de ceniza (Longo et al, 2013). La caída de ceniza volcánica durante la erupción de 2002 del Etna estuvo asociada con efectos agudos para la salud en las comunidades locales expuestas, y mostró que la exposición a emisiones volcánicas a corto plazo está asociada con morbilidad respiratoria aguda, ataques de asma y visitas hospitalarias, así como con síntomas cardiovasculares y morbilidad (Lombardo et al, 2013).

En Tenerife, la localización de la mayor parte de los centros de emisión históricos por encima del nivel de inversión del alisio ha propiciado que

incluso erupciones con columnas de ceniza “moderadas” puedan distribuirse por amplios sectores de la isla. Algunos autores consideran que la sucesión de fases de mayor magnitud e intensidad vinculadas a estilos y fases eruptivas estrombolianas violentas, pueden provocar el emplazamiento de cenizas incluso en otras islas y hasta sectores localizados a 130 km de la fuente (Di Roberto, 2016). No obstante, conviene también tener presente que, aunque el patrón de vientos actual tiene direcciones predominantes NE-SW, que en apariencia es contradictorio con el área de dispersión recogido en la documentación y establecido a partir del análisis de los depósitos de eventos de estilo estromboliano, la estructura vertical de troposfera con frecuentes inversiones térmicas en Canarias posibilitaría su dispersión en sectores relativamente alejados de los focos eruptivos (Romero, com pers). Esta estructura está caracterizada por una inversión térmica que muestra una frecuencia de más del 90% durante ocho meses al año, y posee mínimos del 85% a lo largo de los meses de noviembre a febrero (Dorta, 1996) y que se localiza a una altitud variable establecida entre los 800 y 1750 m de altitud (Dorta, 1996). La dirección de los vientos se adapta a esta estructura de la atmósfera, mostrando direcciones E y NE en superficie que van rolando, por encima de la inversión térmica, desde el N y NW en niveles medios al W y SW en los niveles altos (Marzol y Mayer, 2012 y Bustos y Marrero, 2003). Ello significa que las columnas eruptivas de los volcanes históricos de 1704-05, 1798 y 1909 debieron alcanzar los niveles medios y altos de la atmósfera, situados entre los 3 y los 12 km, lo que favoreció su amplia dispersión hacia el sector noroccidental de la isla, afectando a los Valles de Icod, La Orotava y toda la zona desarrollada hacia el NE, hasta alcanzar sectores como Punta del Hidalgo, La Laguna y Santa

Cruz de Tenerife, y alcanzar incluso a la isla de Gran Canaria. El efecto combinado entre comportamientos de mayor magnitud e intensidad que los tradicionalmente asignados a estas erupciones junto con un emplazamiento preferente de los centros de emisión por encima del nivel de inversión térmica, con una dirección de los vientos variable con la altitud y de mayor intensidad, son los factores que explican la amplia distribución de las cenizas de dispersión ocurrida históricamente y determina que este sea uno de los peligros de mayor área de afección en el futuro (Romero, com pers).

No hay constancia de contacto del magma con niveles de acuíferos durante las erupciones históricas y holocenas de la dorsal NW de Tenerife; no obstante, es probable que el aumento de la intensidad eruptiva producida a lo largo de la erupción de 1798 se asocie a una pequeña fase de estilo freatomagmático desarrollada en el interior del cráter de Pico Viejo; por lo que este tipo de comportamiento no debe ser desechado de cara a su ocurrencia en futuras erupciones. En este caso, tanto las áreas de proyección balística como las asociadas a la dispersión de las columnas eruptivas serían de mayor amplitud.

Los datos que se poseen de los efectos causados por las cenizas de los volcanes históricos en estas amplias zonas son inexistentes, pero no conviene olvidar que tanto el área ocupada por el hombre, el número de edificios e infraestructuras vitales, así como el número de habitantes de la isla en el momento de desarrollo de estos episodios era significativamente inferior al actual (Figura 85). Un episodio eruptivo de tipo máfico similar a los ocurridos en el pasado más reciente podría afectar a infraestructuras básicas, como autopistas, hospitales, aeropuertos, instalaciones turísticas,

sistemas de abastecimiento de agua, tendidos eléctricos, campos de cultivo, etc., de la zona Norte y NE de la isla.

3.4.1.2 Coladas de lava

Todos los escenarios de riesgos simulados para la isla de Tenerife (Araña et al, 2000; Carracedo et al, 2007, Martí et al.2012), independientemente de la composición química de las lavas, ponen en evidencia que de cara a los peligros vinculados a flujos, tanto lávicos como asociados a corrientes de densidad piroclásticas, todo el flanco sur de la isla de Tenerife -que se desarrolla desde el escarpe de Las Cañadas hacia el S y SE-, el Macizo de Tigaiga, así como el parte de la Ladera de Güímar en la comarca de Agache y los macizos antiguos de Anaga y Teno, están protegidos topográficamente y que son las laderas de la dorsal NW, y el valle de Icod, las áreas de mayor probabilidad de riesgo por flujos.

Las coladas de lava constituyen el peligro volcánico de mayor extensión y probabilidad en la dorsal NW y en el Teide-Pico Viejo. En período histórico todas las erupciones han dado lugar a la formación de flujos de lava máficos compuestos por varias unidades de flujo que tienen su área fuente por encima de los 1300 m. de altitud y afectan predominantemente a los dorsos norte y sur del rift NE. No obstante, todo este sector podría verse también afectado como consecuencia de flujos fonolíticos emitidos desde el estratovolcán de Pico Viejo (Martí et al., 2012).

Para Araña et al (2000), un factor importante que influye en el peligro de estas lavas son los cambios en la geoquímica, y por lo tanto la viscosidad, en los magmas durante la erupción. Esta característica se observó durante

la erupción del volcán Teneguía (La Palma) en 1971 y fue la causa de la mayor fluidez de las últimas emisiones de lava (Ibarrola, 1974). En Tenerife, esta variación magmática sólo se ha observado durante la erupción de Montaña Negra, que destruyó el pueblo de Puerto de Garachico en 1706 (Solana et al., 1999). No obstante, la composición del magma y los mecanismos eruptivos de futuras erupciones está estrechamente condicionado por la localización concreta de los centros de emisión a lo largo del eje de la dorsal (Carracedo et al, 2007). De este modo, mientras las erupciones de magmas basálticos predominan en el sector central del rift NE, los intermedios y la mezcla de magmas caracterizan al sector de contacto con el Edificio Central (Sector de Montaña Reventada) y los magmas félsicos se asocian a los estratovolcanes del Teide y Pico Viejo.

Todos los datos acerca del emplazamiento de las coladas en la isla de Tenerife son consistentes con los observados en otros territorios volcánicos, lo que significa que los modelos para describir y pronosticar el comportamiento de los flujos máficos en otros lugares pueden ser utilizados para diseñar medidas de mitigación en el futuro.

Según los datos establecidos por Solana (2010) para los flujos de lava históricos de la isla de Tenerife, durante las primeras 24-36 h de erupción las tasas eruptivas son altas y las coladas de lava pueden llegar a alcanzar velocidades de hasta 1.1 m/s. Como es común para las erupciones efusivas basálticas alimentadas por una fuente presurizada, después de este pico inicial de descarga, las tasas de los derrames de lava tienden a disminuir (p. Ej., Walker, 1973b), lo que conduce a una desaceleración y estancamiento de los flujos iniciales. En Tenerife esta segunda etapa se produce entre el

cuarto y séptimo día desde el inicio de las erupciones, y está caracterizada por el descenso de las tasas efusivas, lo que origina el engrosamiento de las coladas y el estancamiento de los frentes de avance. El aumento de la potencia de las lavas suele resolverse mediante la rotura de los diques de contención de las coladas (levées laterales y frontales) y dan lugar a la formación de flujos secundarios con velocidades de hasta 0,02 m/s (Solana, 2010). Como resultado de todo ello, la probabilidad de daños asociados a los flujos lávicos –enterramiento de viviendas, incendios, desgasificación, corte de carreteras y conducciones de agua y electricidad– es más alta durante la primera y la tercera fase (Solana, 2010).

Por ello, es de esencial importancia de cara a la gestión del riesgo vinculado a estos procesos vigilar de cerca el engrosamiento de los flujos lávicos (Solana, 2010). Durante la primera etapa (primeras 24-48 h), es probable que el tiempo disponible sea corto, por lo que las medidas de protección, como las barreras (o la infraestructura disponible para construir las) deben tener que estar ya en su lugar para que sean efectivas. Antes y durante la última etapa, se debe llevar a cabo una cuidadosa observación y control de áreas de acumulación de lava, como los frentes y levées laterales sobredimensionados o engrosados, los cambios bruscos de dirección y de pendiente de los canales, ya que estos puntos se convierten en fuentes potenciales de nuevos y rápidos flujos lávicos, alimentados con altas tasas de derrames locales (Solana, 2010)

Debido a que las lavas fluirán por la línea de máxima pendiente, la probabilidad de que los flujos de lava se emplacen de modo confinado y siguiendo el sistema de drenaje previo difiere según las distintas unidades morfohidrográficas establecidas en el capítulo 2. Las erupciones

desarrolladas en la dorsal NE tendrán tendencia a emplazarse siguiendo el trazado de los barrancos y restringirse a su interior, como sucedió durante los eventos volcánicos de Sietefuentes, Fasnía y Arafo de la erupción de 1704-1705. La probabilidad de que las coladas desarrolladas en estos sectores se vean confinadas al interior de los barrancos es muy alta. Aunque habitualmente se considera que el emplazamiento de flujos confinados a barrancos constituye un proceso que representa una baja amenaza para las personas y las propiedades (Solana, 2010), el trazado y rasgos del barranco previo influye en la dinámica de los flujos y favorece o dificulta su desbordamiento, su extensión y su velocidad de avance. El estudio de las coladas de la erupción de Fasnía ha puesto de manifiesto que los procesos de engrosamiento de las coladas de lava en el interior de los barrancos están asociados a la presencia de meandros acentuados, con cambios de dirección bruscos del cauce previo. Estos procesos de engrosamiento determinan que sean estos puntos, los lugares donde los flujos tiendan a desbordarse y derramarse fuera del cauce (Cano Sierra, 2018), por lo que deberán ser los tramos a vigilar en el futuro durante el emplazamiento de flujos confinados.

Por otro lado, el efecto del confinamiento de flujo en un barranco determina que éste se extienda a una distancia mayor debido a un aumento efectivo de la velocidad de flujo, ya que los barrancos suelen concentrar todo el volumen emitido en una sola dirección y reducir las posibilidades de difluencia de las lavas. Este hecho permitiría la llegada de las coladas a sectores bajos y más densamente ocupados por la población.

Habitualmente, aunque la velocidad alcanzada por las lavas en tiempos históricos no han supuesto un peligro directo para la población, cuando las

coladas no discurren constreñidas en el interior del barranco, tiende a ramificarse hacia cotas altitudinalmente más bajas. En estos casos, a la superficie afectada directamente por los flujos de lava, hay que añadir las áreas que quedan como “islotas” entre los brazos lávicos o entre estos y los escarpes litorales, tal y como sucedió durante la erupción de Garachico. Ello significa una ampliación de los sectores afectados durante la erupción (Romero y Beltrán, 2015).

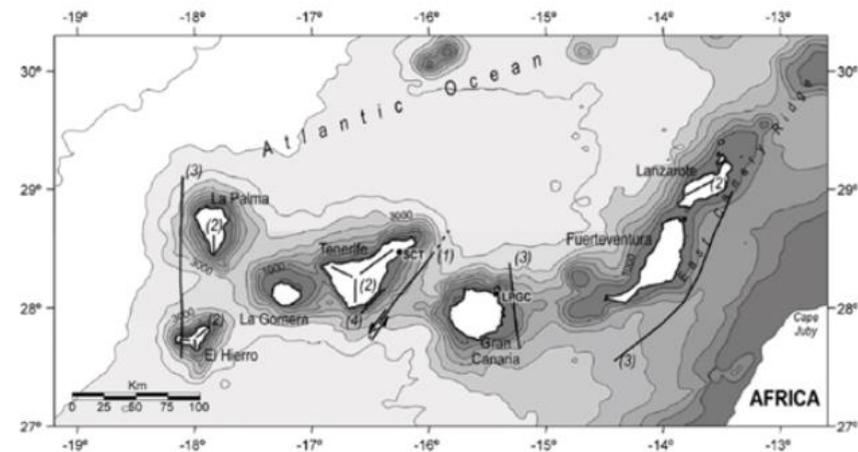
Dada la ubicación de los centros de emisión, en el sector de cumbres de la isla, y las altas tasas eruptivas características de la dorsal NE (Carracedo et al., 2007) el peligro de inundación de lava constituye un alto riesgo para la población que se concentra en los sectores de medianías y costa y aguas abajo de las zonas con centros de emisión activos, o para las poblaciones construidas dentro o al lado de canales naturales, como valles y barrancos, o al pie de los escarpes prelitorales. Muchos de los flujos que configuran la dorsal NW han alcanzado la costa. En este caso, sobre todo en la vertiente norte de la dorsal, la presencia de escarpes prelitorales de gran altura, determina que a los peligros directos asociados al emplazamiento de los flujos de lava –enterramiento, desgasificación, etc.- haya que unir todos los vinculados al salto de los escarpes por las lavas, bolas de acreción y generación de pequeños flujos piroclásticos- y resultado del contacto de las lavas con el agua del mar -colapsos de delta, explosiones litorales, olas de mar calientes y nubes de contacto de las coladas con el mar-.

3.4.1.3 Sismicidad

La mayoría de los eventos sísmicos que han tenido lugar en Canarias ha tenido un origen volcánico o volcano-tectónico. No obstante, sobre el

Archipiélago se han descrito muy pocas estructuras tectovolcánicas (Llorente, 2014). La exploración sísmica y la geofísica del fondo oceánico, elaborada para las Islas en época reciente, han revelado parte de la estructura cortical de las Islas más occidentales, trazando algunas discontinuidades gravimétricas, entre la que destaca una de ellas, que discurre de norte a sur paralela a las islas de La Palma y El Hierro (Carbó et al., 2003), sobre una corteza de unos 11 km de potencia. Las islas más orientales se encuentran sobre una corteza algo más gruesa, de unos 15 km, y se orientan paralelamente a la denominada “cresta este canaria” (González Vallejo et al. 2006) (Figura 89).

Figura 89. Principales estructuras y lineamientos tectónicos del Archipiélago Canario. Emplazamiento de la Cresta Este Canaria



Fuente: González Vallejo et al. 2006

Por otra parte, entre las estructuras tectónicas que se han encontrado, la más importante está entre las islas de Tenerife y Gran Canaria. En éste área se encuentra una falla de dirección noreste sobre la que se ha registrado instrumentalmente el mayor terremoto del Archipiélago, con una magnitud superior a cinco (mbLg 5.2) el 9 mayo 1989, y es considerada como una de las fuentes sismogénicas principales de Canarias.

3.4.1.3.1 Sismicidad histórica

Los primeros registros históricos que se tienen de la sismicidad en las Islas están asociados al desarrollo de la erupción de 1585, en la isla de La Palma. A partir de entonces, se ha registrado un importante número de terremotos, principalmente relacionados con las erupciones volcánicas ocurridas en las islas, aunque también se han descrito crisis sísmicas en época histórica sin vinculación con procesos volcánicos (como las desarrolladas en la isla de Fuerteventura en 1755 y en 1915-17, la ocurrida en El Hierro en 1793 o la desarrollada en Tenerife en el año 2004).

Los fenómenos recogidos en las fuentes documentales que se han producido con anterioridad a la apertura y a la formación de los volcanes históricos de la isla son múltiples, correspondiendo tanto a emanaciones gaseosas, a la reactivación de las fumarolas del Pico del Teide, a procesos sísmicos, a procesos de fracturación del suelo (con apertura de grietas en superficie), a la aparición de anomalías térmicas o a desprendimientos de tierra, e incluso a cambios en el caudal y composición de las aguas. Desgraciadamente, los datos históricos que poseemos acerca de todo este cortejo de fenómenos premonitorios son escasos y habitualmente insuficientes para caracterizar con detalle todos los procesos que se

produjeron durante la etapa previa al desarrollo de cada una de las erupciones ocurridas en este período. Así, mientras que las alusiones a los sismos previos y a la apertura de las fisuras eruptivas son relativamente abundantes y existen anotaciones sobre los mismos para la totalidad de los eventos volcánicos, las menciones al resto de las manifestaciones señaladas son breves y escasas, estando sólo registradas en muy contadas ocasiones (fundamentalmente cuando existía una observación directa de las zonas en las que posteriormente se llevaría a cabo la erupción) y limitadas en todos los casos, tanto temporalmente como espacialmente, a los días o a las horas previas al comienzo de la misma y a sectores muy puntuales de la isla (Romero, 1991).

La actividad sísmica sentida durante estos períodos pre-eruptivos no suele poseer gran importancia. Se trata, comúnmente de sismos de baja intensidad, de frecuencia irregular, con importantes fases de calma y de carácter local –ya que por lo común afectan a áreas muy reducidas, que abarcan sólo a un sector de la isla-. (Romero, 1991) Estos movimientos sísmicos aumentan paulatinamente a medida que se aproxima el momento del comienzo de la erupción tanto en cadencia –pasando de ser terremotos más o menos aislados en el tiempo a sismos en enjambre-, como en intensidad (Romero, 1991). En los momentos inmediatamente anteriores, los sismos suelen producirse acompañados de ruidos subterráneos o de “trepidaciones” del suelo. La sismicidad sentida asociada a las erupciones históricas suele producirse durante períodos más o menos prolongados, de entre 1 ó 2 años hasta sólo unos pocos días antes del comienzo de la erupción. Durante la erupción de 1909, esta

etapa sísmica precursora se desarrolló a lo largo de prácticamente un año y medio antes de la erupción (Romero, 1991).

El estudio en detalle de los datos procedentes de las crónicas que describen la erupción de 1704-1705, revelan que el período eruptivo estuvo precedido y acompañado por una muy intensa y destructiva actividad sísmica. De hecho, los textos de la época mencionan este año de 1704 como “el año de los terremotos” y señalan que al menos una semana antes del comienzo de la primera erupción, la actividad sísmica fue intensa, incluyendo pequeños daños estructurales en edificaciones e Iglesias el día 28 de diciembre de 1704. La actividad sísmica precursora inmediata alcanzó valores significativos, que pusieron en alerta a la población y fueron causantes del pánico general en la población (Romero, 1991). La propagación de la fractura eruptiva hacia el NE determinó también una mayor cercanía de las fuentes sísmicas respecto a las zonas más densamente pobladas. Romero et al. (2006) señalan que durante la erupción se produjeron al menos unos 490 sismos, entre los que destacan el causado el día 24 de enero de 1705, como precursor de la apertura del volcán del 2 de febrero de 1705, que dio lugar a la destrucción de 70 casas y a la muerte de 16 personas. Este sismo fue el que determinó la evacuación de las localidades de Arafo y Güímar. Catorce de los terremotos asociados a esta erupción produjeron importantes daños en casas y edificios religiosos, provocando desprendimientos en escarpes y acantilados y el cambio del caudal de las aguas del Barranco de Badajoz, en el Valle de Güímar, y de los nacientes del Valle de La Orotava.

En ocasiones, tras etapas de crisis sísmicas de baja intensidad se suele producir, en los momentos previos a la apertura de la fractura eruptiva,

cortos intervalos de calma, de un día o de varias horas, o períodos con un descenso palpable de la frecuencia e intensidad de los fenómenos (Romero, 1991). Así, por ejemplo, para la erupción de 31 de diciembre de 1704, existen referencias a la actividad sísmica a partir del día 24 de diciembre (es decir una semana antes), en que se produjeron más de 30 sismos; estos fenómenos se registraron también durante los días 25, 26, 27 y 28, para luego descender de forma notable en los días (29 y 30) inmediatamente anteriores al comienzo de la erupción. Este mismo hecho se ha documentado también para otras erupciones históricas de Canarias.

En cualquier caso, los sismos más importantes suelen producirse al tiempo de la apertura de las grietas eruptivas o de las bocas cratéricas. La intensidad, frecuencia y duración de las etapas sísmicas que acompañan al inicio de la actividad volcánica parecen guardar estrechas relaciones con los rasgos que poseen las fracturas volcánicas y con el comportamiento de la actividad. El estudio de la sismicidad asociada a las erupciones históricas del Archipiélago pone de manifiesto que las crisis más notables coinciden con las erupciones en las que la fractura se dispone de modo transversal a las curvas de nivel y en áreas de mayor antigüedad geológica., así como con aquellas que muestran índices de explosividad más acentuados.

Los datos sobre la sismicidad sentida asociada a los procesos eruptivos históricos muestra múltiples paralelismos con la observada instrumentalmente durante la erupción del Mar de Las Calmas en el Hierro en 2011-2012.

3.4.1.3.2 Sismicidad instrumental

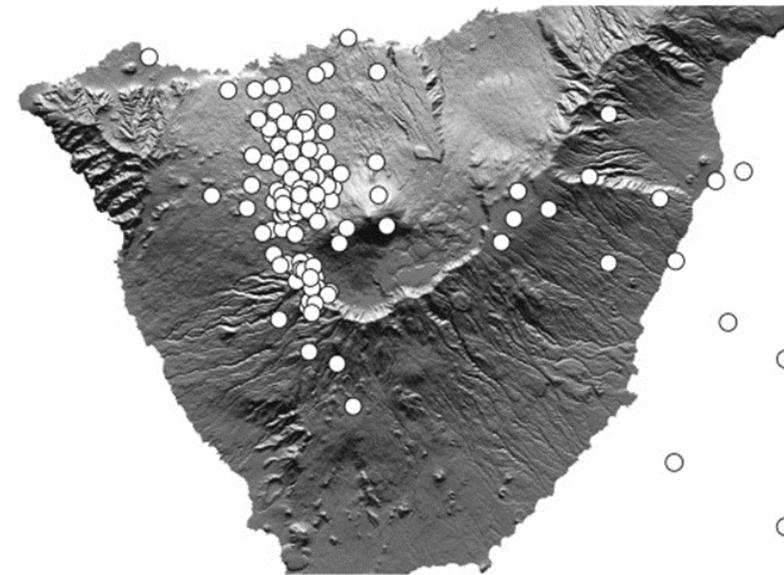
Antes del aumento de la actividad sísmica en 2004, la mayoría de la sismicidad registrada en Tenerife y sus alrededores correspondía a una sismicidad relativamente profunda (varias decenas de kilómetros de profundidad) generalmente concentrada en alta mar, tanto al norte como al sur de la isla. Este patrón de sismicidad se ha atribuido tradicionalmente a un origen tectónico regional (Mezcua et al., 1992). Desde 1992, la actividad sísmica fue monitoreada de modo continuo, aunque el número de estaciones de medición fue incrementándose a partir de ese año. En el año 2000 el IGN, densificó la red de monitoreo con instrumentos de mayor precisión, lo que determinó un aumento de los registros instrumentales en todo el Archipiélago.

El nivel de fondo de actividad a lo largo de este período estaba caracterizado por una débil actividad fumaroliana, con temperaturas de alrededor de 86º C en la cima del Teide y emisiones de gases en el sector de Los Roques de García (Hernández et al., 1998 , Hernández et al., 2000) y una débil sismicidad concentrada tanto en de la zona sismo-tectónica conocida del litoral sureste de la isla (Mezcua et al., 1992) , como en una nueva zona no descrita con anterioridad ubicada en el mar al norte de la isla y lineamientos NW-SE de epicentros que cruzaban los valles de La Orotava y Güímar y unían las dos zonas anteriores (Martí et al, 2009).

En abril de 2004 se produjo el mayor aumento de la actividad sísmica en el interior de la isla de los últimos 100 años, constituyendo la primera crisis sísmica detectada en Tenerife desde 1909, año de la última erupción volcánica producida en la isla (Figura 90). Durante esta crisis, el número de

eventos registrados fue de 249, mayor que el observado en el nivel de fondo, localizándose la mayoría de los epicentros en el interior de la isla y a poca profundidad, con una migración moderada con el tiempo desde la costa norte de Icod de Los Vinos hacia el estratovolcán Pico-Viejo y luego hacia la depresión occidental de Las Cañadas. Solamente cuatro de estos terremotos fueron sentidos.

Figura 90. Eventos registrados durante la crisis sísmica de 2004



Fuente: Martí et al, 2009

Durante esta crisis también fue observado un ligero incremento de la emisión de columnas de vapor del Pico del Teide, desde las 8.30 hasta las



10.30 h, y una emisión anómala de gas a lo largo de una nueva fractura que se abrió en la zona de Benijos, en el valle de la Orotava, el 5 de diciembre de 2004. La emisión de gas se produjo entre los terremotos ocurridos el 29 de noviembre y el 9 de diciembre y coincidió con el aumento de la señal de tremor volcánico producido a partir del 29 de noviembre y que desapareció el día del comienzo de la emisión de gas en Benijos (García et al., 2006). Carracedo y Troll (2006) propuso que esta emisión de gas era la emisión de vapor residual de una fábrica de queso ubicada en las inmediaciones, mientras que ITER informó la presencia de un componente magmático en la emisión de gas Benijos (publicado en la revista local "El Baleo", febrero de 2005, 25), 9-11). La fractura de Benijos se superpone al lineamiento tectónico definido por las ubicaciones de los epicentros entre los valles de Güímar y Orotava, lo que sugiere un control tectónico para la ubicación de la fractura.



3.5 Exposición y elementos vulnerables

3.5.1 Exposición y vulnerabilidad en el contexto del PAIV

A partir de la zonificación espacial de los peligros volcánicos categorizados por niveles de amenaza, se elabora a continuación una exhaustiva identificación de los elementos vulnerables para las zonas de amenaza Muy Alta y Alta. Para cada una de estas zonas se realiza una ficha inventario de carácter sintético y gráfico, donde aparte de señalar esta información se añaden también los principales peligros volcánicos que pueden afectar a las mismas, su nivel de amenaza y la complejidad de la gestión en caso de emergencia volcánica.

3.5.2 Fuentes de información utilizadas. Bondades e inconvenientes

Para la elaboración de las fichas inventario de las zonas de amenaza volcánica Muy Alta y Alta se ha procedido, inicialmente, a la recopilación y tratamiento de la información relativa a los elementos vulnerables del Catálogo de Medios y Recursos de Protección Civil e Inventario de Elementos Vulnerables del Cabildo de Tenerife. Gran parte de la información de base contenida en este Catálogo ha sido completada con otras fuentes oficiales cuando los vacíos eran importantes o por motivos de incompletitud de los datos, aun cuando estas mismas fuentes presentan también sus inconvenientes, información desactualizada o incongruencias con los datos del Cabildo. Estas fuentes consultadas son [UNIFICA](#) y [SITCAN Open Data](#) del Gobierno de Canarias, [TenerifeData](#), [GRAFCAN](#) y el [Instituto Canario de Estadística \(ISTAC\)](#).

La construcción de la base de datos en el contexto del PAIV y para su integración en el PEVOLCA se desarrolla según lo especificado en su Anexo 10. En este Anexo se exponen los ítems mínimos que deben contener cada elemento vulnerable, para lo cual se han incorporado otros campos necesarios para el logro de los objetivos pretendidos por el PAIV, como la identificación de los elementos estratégicos o su condición como elemento vulnerable, recurso o amenaza.

No obstante, este ejercicio de catalogación deberá ser revisado durante las fases de implantación determinados en el PAIV, actualizando la información en las bases de datos y comprobando el estado de los elementos vulnerables.

3.5.3 Identificación y clasificación de los elementos vulnerables

Cuando se manifiesta una situación de emergencia, los elementos vulnerables implantados en el territorio que pueden verse afectados son muy numerosos. También es amplia y variada la naturaleza de estos elementos, así como de los servicios que prestan. Por estas razones, en un ejercicio de síntesis necesario para alcanzar los objetivos del PAIV, es necesario acotar el ámbito de análisis, restringiendo el campo de estudio a aquellos elementos que tienen una mayor relevancia desde el punto de vista de la gestión de la emergencia colectiva.

Además, del conjunto de elementos vulnerables seleccionados hay algunos que cumplen la condición de ser *estratégicos*. Para establecer qué sistemas o elementos son estratégicos hay que considerar la funcionalidad que



cumplen estos sistemas frente a situaciones de emergencia extraordinaria o desastres naturales, esto es, identificar el rol que desempeñan. Desde este punto de vista, un elemento puede considerarse estratégico por varios motivos:

- a) Porque su funcionamiento es crucial antes, durante y después de acontecida la emergencia.
- b) Porque pueden operar como apoyo a la gestión de la emergencia de protección civil con independencia del uso para el que está concebido.
- c) Porque en caso de sufrir algún deterioro o daño, puede ocasionar pérdidas económicas cuantiosas o graves perjuicios medioambientales y es necesario destinar importantes recursos, preferentemente públicos, pero también privados, para su reposición, bien sea de manera inmediata o a medio y largo plazo.
- d) Porque concentran un volumen importante de personas en un espacio acotado.
- e) Porque reúnen especiales características de peligrosidad que, en caso de accidente o siniestro, pueden generar una situación de emergencia por sí mismos.

En la *Guía Análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial* (2011), elaborada por el Gobierno de Chile, puede profundizarse en estas cuestiones.

Conforme a estas consideraciones iniciales y a partir de la clasificación de elementos vulnerables establecida por el PEVOLCA (de tipo NATURAL, de tipo SOCIAL y de tipo TECNOLÓGICO), este Plan de Actuación procede a introducir una nueva sistemática en la identificación y clasificación de elementos vulnerables, describiendo para los diferentes elementos los motivos que justifican su inclusión.

Del conjunto de elementos identificados, tienen especial significación, por su carácter estratégico, los que están señalados con asterisco (*).

Conviene aclarar que este proceso de sistematización [de los elementos vulnerables] se ha llevado a cabo teniendo en cuenta las características territoriales de las zonas que registran una amenaza volcánica Muy Alta y Alta de acuerdo con la propuesta contenida en el apartado 3.3.2 de este Plan. En consecuencia, en la identificación de elementos vulnerables se han descartado determinados tipos de infraestructuras o equipamientos que no se localizan en esas zonas, a pesar de que puedan tener un carácter estratégico indiscutible o sean relevantes para la gestión de la emergencia, por ejemplo, una central térmica o un aeropuerto.

TIPO NATURAL

Comprende aquellos elementos naturales que tienen carácter de vulnerables por la relevancia y/o singularidad de los valores ambientales y ecológicos que encierran y el notable perjuicio que se produciría si fueran afectados por una situación de emergencia.

Engloba las siguientes categorías:



Montes: incluye la superficie de la isla ocupada por masas forestales. Hay que tener en cuenta que uno de los peligros extrínsecos que puede derivar de una erupción volcánica son los incendios forestales y, por consiguiente, se considera oportuno considerar esta categoría. Incluye el siguiente elemento:

- Montes de Utilidad Pública (*): superficie en km² ocupada por montes o masas forestales que prestan importantes beneficios ambientales o sociales a la ciudadanía.

Zonas Protegidas: incluye las áreas protegidas de la isla declaradas conforme a la legislación estatal y autonómica en materia de conservación del patrimonio natural y la biodiversidad y de directivas europeas enfocadas a la protección y conservación del medio natural. Engloba los siguientes elementos:

- Espacio Natural Protegido ENP (*).
- Zona Especial de Conservación ZEC (*).
- Zona de Especial Protección para las Aves ZEPA.

TIPO SOCIAL

Engloba las siguientes categorías:

Centros asistenciales: agrupa dotaciones o equipamientos en los que se desarrollan actividades realizadas por segmentos de población especialmente vulnerable en situación de emergencia extraordinaria: personas de la tercera edad y/o con discapacidad. Aunque engloba equipamientos en los que la presencia de este colectivo de personas

puede ser temporal (centro de día) o permanente (residencia de tercera edad), lo cual merece una respuesta distinta desde la perspectiva de la gestión de la emergencia, se ha optado por la inclusión de todos los elementos. Son los siguientes:

- Centro de día.
- Centro de personas con discapacidad (*).
- Residencia de tercera edad (*).

Centros educativos: los equipamientos incluidos en esta categoría son importantes desde el punto de vista de la gestión de las emergencias colectivas por una doble condición: albergar población en edad escolar, por tanto, vulnerable, y reunir condiciones físicas y constructivas adecuadas, *a priori*, para servir como albergue de carácter temporal para población desplazada. Se distinguen dos tipos de elementos:

- Centros de educación infantil/preescolar (*).
- Centros de educación primaria/secundaria/especial (*).

Centros sanitarios: los elementos incluidos en esta categoría ofrecen un servicio esencial para la sociedad. En caso de verse afectados, la prestación de los servicios sanitarios puede verse seriamente comprometida, obligando a derivar la atención de los enfermos o pacientes que habitualmente acuden a ellos o imposibilitando la asistencia de las víctimas y accidentados ocasionados por la erupción volcánica. Incluye:

- Consultorio Local.
- Centro de Salud (*).
- Hospital (*).

Comercio: los establecimientos en los que se desarrolla la actividad comercial, en cualquiera de sus manifestaciones, concentran un elevado número de personas a determinadas horas del día. Su tipología es variada (tiendas de proximidad, mercadillos, supermercados, hipermercados...), pero por el volumen de población que pueden albergar, por la amplia variedad de productos que en ellos se comercializan y por estar dotados generalmente de amplias zonas de aparcamiento, hay que considerar especialmente a los centros comerciales porque esas características los convierten en establecimientos con potencialidad para detentar funciones logísticas o de albergue cuando se registra una catástrofe.

- Centros comerciales (*).

Patrimonio cultural: incluye elementos de gran interés cultural que pueden sufrir graves daños durante una situación de emergencia, provocando una importante pérdida patrimonial. A los efectos del análisis efectuado en este Plan tienen especial interés los Bienes de Interés Cultural (BIC) declarados conforme a la legislación en materia de patrimonio.

- Bienes de Interés Cultural (*): bienes que ostentan notorios valores históricos, artísticos, arqueológicos, etnográficos o paleontológicos, o que constituyen testimonios singulares de la cultura canaria.

Población: El objetivo fundamental de cualquier sistema público de protección civil es la protección y salvaguarda de las personas. En consecuencia, resulta imprescindible conocer el volumen de población en la zona afectada por el siniestro, la estructura por edad y sexo a los efectos

de determinar el número de personas que integran grupos a los que se presupone un mayor nivel de dependencia, y su distribución territorial.

Comprende los siguientes elementos:

- Núcleos de población (*).
- Diseminado (*).

Turismo: los establecimientos turísticos tienen especial interés al tratarse Tenerife de un destino turístico internacional de primer orden. Este tipo de establecimientos constituyen puntos de alojamiento temporal y aglomeración de un número elevado de personas, con un conocimiento del entorno inferior a los residentes en la isla, aspecto a tener muy cuenta cuando se registran emergencias colectivas. Por otro lado, la importancia de hoteles y establecimientos extrahoteleros radica en que pueden servir, en un momento dado, para albergar población evacuada.

Engloba los siguientes elementos:

- Hotel (*).
- Establecimientos extrahoteleros/apartamentos (*).
- Hotel/casa rural (*).

Usos recreativos, de ocio y esparcimiento: esta categoría incluye elementos de naturaleza y características dispares, que tienen en común su vinculación con actividades relacionadas con el ocio y recreo de la población en cualquiera de sus manifestaciones, incluyendo las deportivas. Desde la perspectiva de protección civil, su interés reside en que se trata,

con carácter general, de dotaciones o equipamientos con capacidad para albergar un importante volumen de personas en un momento dado, pero también porque por el tamaño, diseño y la configuración de sus espacios pueden servir como puntos de concentración de personas, centros de logística o lugares de albergue en caso de ser requerido. Incluye los siguientes elementos:

- Albergue.
- Área de descanso.
- Área recreativa.
- Aula de la Naturaleza.
- Campamento.
- Centro de visitantes.
- Zona de acampada.
- Campo de fútbol (*).
- Polideportivo (*).
- Piscina pública.
- Campo de golf.
- Auditorio.
- Cine.
- Museo.
- Teatro.
- Parque público (*).
- Playa.
- Zoológico/botánico.

TIPO TECNOLÓGICO

Infraestructuras hidráulicas: la producción, almacenamiento, distribución y tratamiento del agua para los diferentes sectores (primario, turismo, abasto urbano) constituye un servicio básico, en especial cuando se trata del abastecimiento urbano. Un fallo generalizado en este tipo de infraestructuras o la interrupción del suministro de agua puede tener consecuencias nefastas para el normal desenvolvimiento de la sociedad.

Incluye los siguientes elementos:

- Galerías (*).
- Pozos (*).
- Desaladoras/tratamiento agua salobre (*).
- Balsas (*).
- Presas.
- Depósitos abasto urbano (*).
- Red básica de transporte de agua (*).
- Estación depuradora EDAR (*).
- Emisario.

Infraestructuras vinculadas a la gestión de residuos: en este tipo de instalaciones se manipulan y almacenan materiales y sustancias que pueden dar lugar a incendios urbanos localizados o a vertidos o emisiones al subsuelo y a la atmósfera que requieran una rápida intervención.

Comprende los siguientes elementos:

- Planta de Transferencia (*).
- Punto Limpio (*).

Red eléctrica: el suministro de electricidad es fundamental en las sociedades modernas por cuanto su interrupción afecta de forma considerable a la prestación de servicios esenciales como la sanidad, la educación o la gestión y administración pública, además de tener un impacto directo en la actividad cotidiana de los ciudadanos. Incluye los siguientes elementos:

- Líneas de transporte de 66-220 kV (*).
- Subestación de transformación (*).

Red de telecomunicaciones: la red de telecomunicaciones garantiza la disponibilidad de comunicación y conectividad permanente, prestando un servicio fundamental, que se ha incrementado en los últimos años con el uso masivo de la telefonía móvil y de dispositivos portátiles. El fallo o la interrupción de estos servicios tienen consecuencias negativas, pudiendo complicar especialmente la gestión de la emergencia.

- Antenas de la Red de Seguridad y Emergencias RESCAN (*).
- Antenas de radiotelevisión y telefonía móvil (*).

Red viaria: las carreteras, así como elementos anexos a las mismas, constituyen infraestructuras básicas por cuanto posibilitan la movilidad y el transporte de personas y mercancías por tierra. Además, en caso necesario sirven como elemento soporte de la evacuación y posibilitan el acceso a las zonas siniestradas de los medios que intervienen.

Engloba los siguientes elementos:

- Carreteras o vías terrestres (solo autopistas, autovías o vías asfaltadas con ámbito de servicio supralocal). (*)
- Puentes (*).
- Túneles (*).
- Paradas de guagua (*).
- Estación de guaguas (*).

Sector primario: la importancia de este sector, desde el punto de vista de la gestión de una emergencia volcánica, radica en la existencia de explotaciones ganaderas de determinadas especies (porcino, bovino, ovino, caprino y equino) que pueden requerir la evacuación y posterior albergue de los animales afectados fuera de la zona de peligro. Incluye por tanto el siguiente elemento:

- Explotaciones ganaderas (*).

Sector secundario (industrias): los elementos incluidos en esta categoría tienen relevancia por cuanto en ellos se desarrollan actividades que pueden originar accidentes tecnológicos, amplificando, en caso de producirse, las consecuencias negativas derivadas de la gestión de la emergencia volcánica. Incluye:

- Industrias.
- Gasolinera/butano (*).
- Instalación radiológica.

Transporte aéreo: aunque en las zonas analizadas en detalle no hay aeropuertos, las helisuperficies y helipuntos pueden prestar un apoyo nada desdeñable, especialmente cuando se trata de evacuaciones rápidas de heridos o accidentados y del transporte urgente de determinados materiales o bienes.

- Helipuerto/helisuperficie (*).
- Helipunto.

Transporte marítimo: los puertos pueden desempeñar un papel relevante en emergencias extraordinarias que afectan a un elevado número de personas. Determinados recintos portuarios pueden ocupar extensos espacios, albergar instalaciones de diferente tipo y contar con amplios aparcamientos que los convierte en infraestructuras idóneas para la evacuación, cuando no se puede realizar por medios terrestres, o para la logística (por ejemplo, para el suministro de bienes para la población afectada). Incluye:

- Puertos comerciales (*).
- Puertos deportivos (*).
- Puertos pesqueros.

3.6 Evaluación del riesgo en las zonas de amenaza volcánica

Como se explica en los apartados precedentes, no es objeto del PAIV la realización de una evaluación del riesgo sustentada en la consideración y ponderación de cada uno de sus componentes (amenaza, exposición y vulnerabilidad).

La aproximación al “riesgo” se realiza, en este caso, a partir de la descripción de estos factores y de una estimación del nivel de complejidad que tendrá la gestión de la emergencia volcánica en caso de producirse. Se considera que esta propuesta se ajusta de forma adecuada a los propósitos del Plan de Actuación al tener un carácter más operativo, que encaja mejor con el objeto y contenido de los diferentes subplanes que serán tratados en capítulos posteriores de este Plan.

Para las zonas identificadas con una amenaza Muy Alta y Alta se ha elaborado un contenido específico con el propósito de:

- a) Describir, con carácter general, el contexto geográfico en el que se desarrollará la erupción volcánica de producirse.
- b) Concretar el nivel de amenaza y los peligros volcánicos que se pueden manifestar.
- c) Identificar los elementos vulnerables más relevantes.

- d) Valorar cualitativamente el grado de complejidad derivado de la gestión de la emergencia volcánica.

Se desarrolla en los apartados 3.7 a 3.12 de este capítulo y está referido a las siguientes zonas:

- Zona 1: Santiago del Teide-El Tanque.
- Zona 2A: Valle de Icod-Garachico.
- Zona 2B: Santiago del Teide-Guía de Isora.
- Zona 3: Estratovolcán Teide-Pico Viejo.
- Zona 4: Icod de los Vinos-La Guancha.

Para cada una de las zonas señaladas, el contenido específico se presenta en tres secciones:

- a) Una **ficha de síntesis**, que muestra la información más significativa relativa al volumen de población expuesta y su distribución por sexo y edad; el nivel de amenaza y los peligros volcánicos que se pueden manifestar; la identificación de los elementos vulnerables y la estimación del grado de complejidad de la gestión de la emergencia.

En un ejercicio de priorización y simplificación de la información, en la ficha se muestra solo el número, longitud o superficie ocupada por aquellos elementos vulnerables que tienen la condición de estratégicos conforme a los criterios establecidos en el apartado 3.5.3 anterior. Aparecen identificados expresamente con un asterisco (*) en el citado apartado.

- b) Una **descripción y análisis de las principales características territoriales y socioeconómicas** que condicionan la respuesta a la emergencia.

Esta sección deberá incluir un **diagnóstico** de la complejidad que puede tener la gestión de la emergencia a partir de la información recopilada y de la consideración de los siguientes criterios en relación con tres aspectos:

- En relación con la población:
 - Número y distribución de la población, valorando positivamente tanto un reducido número de habitantes como la circunstancia de que la población esté concentrada en pocos núcleos en lugar de asentarse de forma dispersa.
 - El volumen de población encuadrada en la tercera edad y/o que esté discapacitada o requiera ayuda de carácter extraordinario por estar encamada.

El cálculo de la población de cada una de las fichas - inventario se ha elaborado a partir de los datos del ISTAC para el año 2017. Sin embargo, dado que los límites administrativos de los núcleos y entidades de población no coinciden con la zonificación de la amenaza descrita en este Capítulo, se ha obtenido una estimación de la población por género y grupos de edades (<5; 5-14 y ≥65 años). La metodología aplicada ha consistido en la distribución

equitativa de la población de cada uno de estos núcleos con el número de edificaciones que existen en los mismos. Si bien los resultados obtenidos presentan algunos inconvenientes, estos permiten, para las fichas inventario, tener una visión general del número de personas que habitan en las zonas de amenaza Alta y Muy Alta.

- En relación con la conectividad y la movilidad:
 - Proximidad de la población a vías de ámbito insular o comarcal, que facilitan una evacuación rápida.
 - Existencia de plazas, parques públicos u otros equipamientos que actúen como puntos de recogida, permitiendo la concentración o agrupamiento masivo de personas para su posterior traslado.
 - Existencia de espacios públicos de grandes dimensiones, polideportivos, campos de fútbol, infraestructuras portuarias y, en general, cualquier infraestructura o dotación de grandes dimensiones, con buena conexión y que pueda ser utilizada, desde el punto de vista logístico, para acoger centros de recepción de medios.
- En relación con los riesgos indirectos o extrínsecos y con la afección a elementos vulnerables estratégicos:

- La existencia de masas forestales, especialmente si se localizan en la proximidad de núcleos o asentamientos de población.
- La existencia de elementos con posibilidad de colapsar, por ejemplo, túneles, puentes o viaductos.
- La existencia de zonas con posibilidad de desprendimientos o movimientos de ladera, sobre todo si se localizan cerca de núcleos habitados o en las inmediaciones de carreteras de ámbito insular o comarcal.
- La localización de infraestructuras relevantes de producción o distribución de energía.
- La presencia de instalaciones que almacenan sustancias peligrosas por su alta combustibilidad o toxicidad, por ejemplo, las gasolineras.
- La existencia de infraestructuras de abastecimiento (captación, producción, almacenamiento y transporte) y depuración de aguas.

Una vez analizados estos criterios, se ha procedido a realizar una valoración cualitativa del grado de complejidad de la gestión de la emergencia conforme a una clasificación en cinco categorías: Muy Baja, Baja, Moderada, Alta y Muy Alta. La categoría correspondiente asignada a cada zona de amenaza se refleja también en la ficha de síntesis.

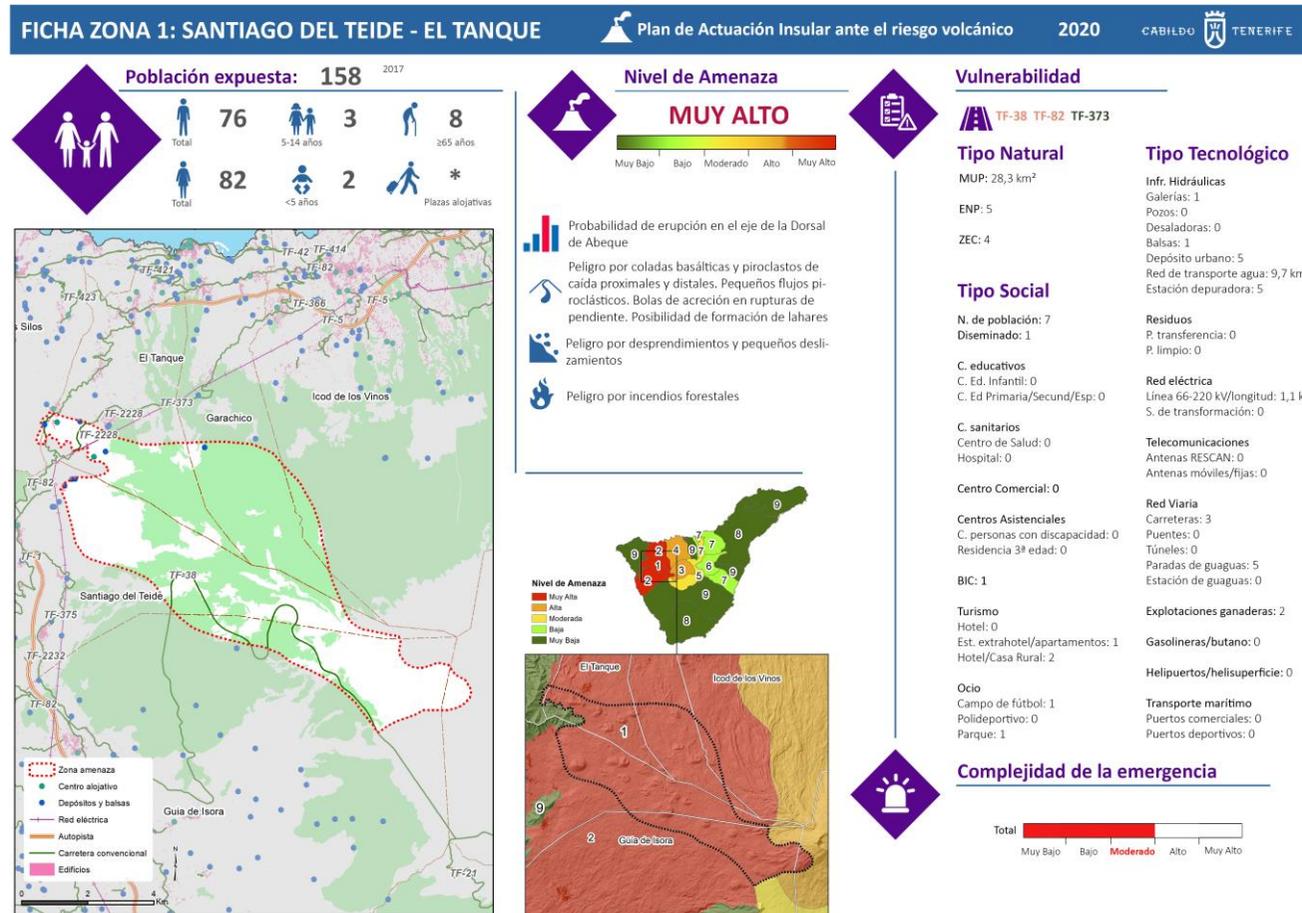
- c) Una **tabla detallada** que contiene la relación de todos los elementos vulnerables inventariados, tengan o no la condición de estratégicos, y con inclusión, en su caso, de datos relevantes sobre los mismos.

Por la extensión y el nivel de desagregación de la información, se ha estimado conveniente reproducir dichas tablas en los siguientes Anexos del Capítulo 3 del Plan:

- **Anexo 1.** Zona 1: Santiago del Teide-El Tanque.
- **Anexo 2.** Zona 2A: Valle de Icod-Garachico.
- **Anexo 3.** Zona 2B: Santiago del Teide-Guía de Isora.
- **Anexo 4.** Zona 3: Estratovolcán Teide-Pico Viejo.
- **Anexo 5.** Zona 4: Icod de los Vinos-La Guancha.

3.7 Zona 1: Santiago del Teide - El Tanque

3.7.1 Ficha



La Zona 1 tiene una extensión de 47,48 km² y se sitúa en la mitad oeste de la isla de Tenerife entre las Zonas 2A y 2B, en una franja que va desde los 1.000 hasta los 2.000 metros de altitud. Comprende los municipios de El Tanque, Garachico, Guía de Isora y Santiago del Teide en los límites de cumbre.

3.7.2 Población Expuesta

Los núcleos de población según ISTAC (2017), cuya superficie comprende terrenos delimitados en este ámbito, son 7, aunque en un buen número de ellos no reside población o ésta es escasa. De acuerdo con las estimaciones realizadas en este estudio, podrían verse afectadas un total de 158 personas, 3 niños, 2 menores de 5 años y 8 personas mayores. Los núcleos afectados de más importancia son Erjos de El Tanque y Valle de Arriba, en el término municipal de Santiago del Teide, rondando entre 30 y 60 habitantes (ISTAC, 2017). Aunque se localice fuera de la Zona 1, también puede verse afectado el núcleo de San José de Los Llanos.

En consecuencia, el volumen de población expuesta es BAJO.

3.7.3 Nivel de Amenaza

Los peligros volcánicos asociados a este ámbito se refieren a la alta susceptibilidad de erupciones de tipo fisural en el eje de la Dorsal de Abeque, con emisiones de coladas de lava y piroclastos de caída proximales y distales. También pueden dar lugar a pequeños flujos piroclásticos y bolas de acreción en sectores de rupturas de pendiente.

Otro de los peligros añadidos son los incendios forestales que se puedan producir durante la erupción y que podrían complicar la gestión de la

emergencia. La masa forestal cubre parte de esta zona, si bien lo hace de forma irregular y hasta aproximadamente los 1.800 metros de altitud.

La topografía se caracteriza por sus pendientes suaves con distribución de numerosos conos volcánicos. Las coladas lávicas, en caso de canalizarse, irían bajo esta predisposición y siguiendo la reciente red hidrográfica hasta la barrera orográfica del Macizo de Teno.

El nivel de amenaza de la Zona 1 se considera MUY ALTO.

3.7.4 Exposición y vulnerabilidad. Principales elementos afectados

Los datos obtenidos para la infraestructura turística de este ámbito indican la existencia de un número muy reducido de establecimientos, orientados principalmente al turismo rural (Cabildo de Tenerife, 2018). Se ignora el número de plazas alojativas (Tenerife Data, 2017, SITCAN, 2015).

Por otro lado, no existe ningún equipamiento educativo ni sanitario, y sólo se ha identificado un campo de fútbol, en el núcleo de Erjos, que por sus dimensiones puede tener alguna función en caso de emergencia. Asimismo, en cuanto al patrimonio histórico se ha identificado un Bien de Interés Cultural (BIC), la zona arqueológica de Los Partidos de Franquis. En el área objeto de estudio se localiza, además, el Ecomuseo de El Tanque.

El sistema viario se compone de tres carreteras principales: la TF-38, que desciende del Parque Nacional del Teide hasta Guía de Isora; la TF-82, que conecta por el Sur con la TF-1 y por el Norte con la TF-42; y la TF-373, que enlaza con la TF-82 y recorre San José de Los Llanos hasta Icod. En el

momento de la emergencia volcánica, estas dos últimas carreteras (TF-82 Y TF-373) serán las rutas de evacuación, por lo que es necesario tener en cuenta su estado y las posibles vulnerabilidades que puedan surgir como consecuencia de la erupción (desprendimientos, cortes por coladas lávicas, exceso de tráfico, etc.). En este sector no se encuentran puentes ni túneles.

La infraestructura eléctrica se desarrolla en más de 1,1 km de red mediante una línea de alta tensión que recorre la parte alta de San José de Los Llanos y Erjos hasta las medianías de Icod de Los Vinos. En caso de emergencia volcánica, el servicio podría quedar gravemente afectado por el efecto de los seísmos y de las cenizas que pueden provocar la caída de las torretas.

En cuanto al sistema de abastecimiento de agua, entre otros elementos, está formado por 5 depósitos de abasto urbano. También hay que destacar que a través de esta zona discurre el Canal de Vergara y se ubica una balsa de almacenamiento de aguas en el paraje de La Hoya, en el término municipal de El Tanque. La vulnerabilidad de esta red está condicionada por la contaminación del acuífero y la posible interrupción del suministro de agua potable por la erupción, así como por una hipotética explosión en los depósitos o en la balsa al entrar en contacto el agua con las coladas de lava.

No se encuentran gasolineras que puedan suponer un riesgo de explosión, por el material inflamable que albergan, durante la erupción, ni existen antenas de telefonía que puedan sufrir graves afectaciones por seísmos o por la caída de cenizas volcánicas.

De acuerdo con la información disponible, se localizan 2 explotaciones ganaderas en la zona,

Finalmente, en cuanto al patrimonio natural de este ámbito, se identifican 5 Espacios Naturales Protegidos (ENP), entre los que destacan el Parque Rural de Teno y la Reserva Natural Especial del Chinyero, y 4 Zonas de Especial Conservación (ZEC). En esta zona la superficie ocupada por Montes de Utilidad Pública (MUP) se eleva a 28,3 km².

3.7.5 Diagnóstico del grado de complejidad en la gestión de la emergencia

La Zona 1 es considerada con un nivel de amenaza Muy Alto, sin embargo, la complejidad en la gestión de la emergencia en función del análisis de la población, la accesibilidad y los elementos vulnerables existentes se estima moderada. Como se deduce de la lectura de la información disponible, el volumen de población directamente afectada es muy reducido y apenas hay infraestructuras o equipamientos relevantes y de carácter estratégico cuyo servicio pueda verse comprometido por la manifestación del fenómeno volcánico. Si bien es cierto que buena parte de la zona está cubierta por masas forestales y existe un riesgo indirecto de incendio forestal derivado de la erupción volcánica, el reducido número de elementos vulnerables expuestos no complica de forma sustancial la gestión de la emergencia.

No obstante, a diferencia de otras zonas, la proximidad de los asentamientos de población de Erjos, San José de Los Llanos y Valle de Arriba a los posibles centros de emisión que pueden surgir en el eje de la dorsal y la incertidumbre en cuanto al tiempo disponible para acometer la



evacuación preventiva, introducen un factor de complejidad que debe ser tenido en cuenta.

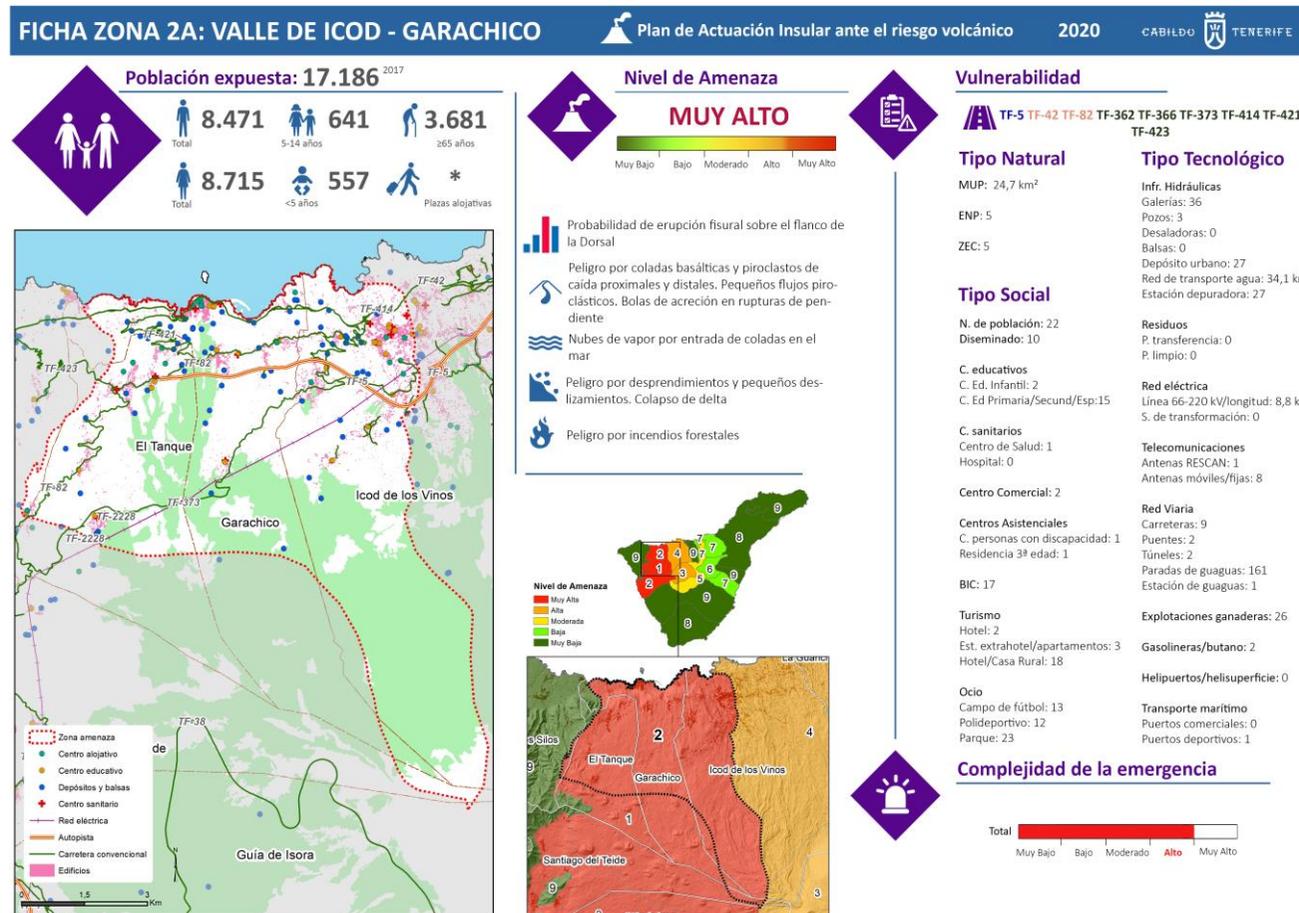
La existencia de varias vías de comunicación, fundamentalmente las carreteras TF-82 y la TF-373, facilitará la rápida evacuación de la población afectada hacia el norte o sur de la isla, dependiendo de las circunstancias.

En conjunto, el grado de complejidad en la gestión de la emergencia volcánica se considera MODERADO.



3.8 Zona 2A: Valle de Icod – Garachico

3.8.1 Ficha



La Zona 2A comprende una superficie de 64,21 km² y se sitúa en la parte Noroeste de la isla, en la Dorsal de Abeque, acogiendo parte de los municipios de El Tanque, Garachico e Icod de los Vinos. Esta zona presenta rasgos orográficos de gran complejidad. En el caso del municipio de El Tanque, un municipio dispuesto sobre medianías y cumbres, que discurren por acusadas pendientes, siendo éste un factor determinante en su articulación territorial. Tanto Garachico como Icod de los Vinos se extienden desde la zona de cumbre hasta la costa. En este caso se trata de un área caracterizada por pendientes menos acusadas.

3.8.2 Población expuesta

Respecto a la población, ésta se estima en 17.186 habitantes, 8.471 hombres y 8.715 mujeres. De cara a una posible evacuación, es importante remarcar que 557 son menores de 5 años, 641 están entre los 5 y 14 años y 3.681 son mayores de 65 años, siendo este un valor muy significativo. Esta población se distribuye básicamente por los sectores de medianías y costa. Esta zona engloba 22 núcleos de población según ISTAC (2017) entre los que destacan los núcleos de Garachico, ubicado en la costa, con 1.841 habitantes; el Tanque con 1.619, La Vega con 1.345 habitantes e Icod de los Vinos con 6.374, situados los tres en zonas de medianías, siendo este último el más importante. Otros núcleos destacables, son El Amparo, Fuente La Vega, Genovés, San Juan del Reparó y las Cruces, con una población comprendida entre 500 y 600 habitantes.

El volumen de población expuesta es ALTO y la estructura por edades, que muestra un claro envejecimiento, es un aspecto a tener en cuenta.

3.8.3 Nivel de amenaza

La Zona 2A posee un nivel de amenaza muy alto debido a la alta probabilidad de erupciones en el flanco N de la Dorsal de Abeque. La formación de coladas basálticas y los piroclastos de caída proximales y distales constituyen otro peligro a tener en cuenta, así como, la formación de pequeños flujos piroclásticos y bolas de acreción en rupturas de pendiente. En caso de que las coladas llegasen al mar, se formarían nubes de vapor, lo que supondría otra amenaza importante para la población. Otros peligros asociados serían los desprendimientos y pequeños deslizamientos que pudieran producirse, además de la posibilidad de que se produzcan colapsos de delta. Asimismo, un rasgo distintivo de esta área es la extensa cobertura forestal, un factor que puede desencadenar peligros asociados como los incendios forestales.

La red hidrográfica juega un papel fundamental para el desarrollo de peligros como las coladas lávicas o el encauzamiento de flujos piroclásticos. La red para esta área se articula a través de múltiples barrancos como el Barranco de Correa, que separa Garachico de los Silos, el Barranco de la Hoya, entre Garachico e Icod de los Vinos o el Barranco de las Ánimas, que separa Icod de la Guancha. En el caso de El Tanque, la red hidrográfica está dominada por una única cuenca hidrográfica principal, Barranco Hondo. Cabe remarcar que los sectores correspondientes a los altos de Icod de Los Vinos presentan una mayor jerarquización, mientras que las áreas de Garachico y El Tanque la red hidrográfica presenta un carácter menos desarrollado.

El nivel de amenaza se considera MUY ALTO.

3.8.4 Exposición y vulnerabilidad. Principales elementos afectados

Entre los elementos vulnerables de tipo social existen 4.906 edificaciones, 17 centros educativos, 2 centros sociosanitarios, un Centro de Salud relevante (el de Icod de los Vinos) y 2 centros comerciales. Por otro lado, esta zona posee 47 instalaciones de ocio, 2 hoteles, 14 casas rurales, 4 hoteles de turismo rural y 3 establecimientos extrahoteleros (Cabildo de Tenerife, 2018). Se desconoce el número de plazas alojativas (Tenerife Data, 2017, SITCAN, 2015).

En cuanto al patrimonio cultural, existen 17 Bienes de Interés Cultural, que van desde monumentos, zonas arqueológicas, conjuntos históricos a jardines históricos y sitios etnológicos. Destacan el Conjunto Histórico de la Villa y Puerto de Garachico, el Conjunto Histórico de Icod de los Vinos y el Jardín Histórico correspondiente al Drago de Icod, además de varios inmuebles de carácter religioso con la categoría de Monumento.

Los elementos vulnerables de tipo natural son las zonas protegidas y las masas forestales. La zona engloba terrenos incluidos en 5 Espacios Naturales Protegidos, con especial incidencia en el Paisaje Protegido de Acantilados de La Culata, la Reserva Natural Especial del Chinyero y el Parque Natural de Corona Forestal. Los Montes de Utilidad Pública (MUP) abarcan una superficie aproximada de 24,7 km², si bien el área total ocupada por terrenos forestales en la zona es sensiblemente mayor.

En cuanto a la afección sobre los elementos vulnerables de carácter estratégico de tipo tecnológico hay que destacar la red viaria. Un total de 9 vías principales podrían ser afectadas, en concreto las carreteras TF-5

(Buen Paso-El Tanque), TF-42 (con varios tramos), TF-82 (Icod de los Vinos-Santiago del Teide), TF-362 (Icod – Las Manchas), TF-366 (Icod-La Vega por el Amparo), TF-373 (Icod-Puerto de Erjos-Los Llanos), TF-414 (Rotonda de Icod-Playa de San Marcos), TF-421 (Garachico-San Juan del Reparó) y TF-423 (Ruigómez-Tierra del Trigo), que podrían quedar inoperativas, acarreando serios problemas de comunicación que pueden ser graves en el caso de la TF-42, que opera a modo de corredor costero, y de la TF-82 y TF-5, que funcionan como los corredores viarios de las medianías. Lo mismo ocurriría con los 2 túneles y 2 puentes que se encuentran repartidos a lo largo de la zona.

Sin duda, tanto el sector primario como el sector industrial constituyen sectores de gran fragilidad frente a un episodio eruptivo. De acuerdo con la información disponible, están censadas en la zona alrededor 26 explotaciones ganaderas y 51 industrias. Además, se localizan 2 gasolineras.

La red eléctrica, con líneas de alta tensión con una longitud total de 8,8 km, y la red de telefonía, compuesta por 9 antenas, constituyen otros elementos vulnerables, en este caso producto principalmente de la acumulación de cenizas que pueden provocar la interrupción de los servicios de suministro eléctrico y de telecomunicaciones. Respecto al sistema de abastecimiento de agua, en la zona hay 27 depósitos de abasto urbano identificados y la red básica de distribución de agua se extiende en una longitud de 34,1 km. También hay numerosas infraestructuras de captación de aguas subterráneas (galerías y pozos). Finalmente, otra infraestructura destacada que puede verse afectada es el puerto de Garachico. Si bien tiene el carácter de puerto deportivo, el recinto

portuario y las instalaciones anexas tienen un enorme potencial como equipamiento que, en un momento dado, puede servir para dar soporte a la gestión de la emergencia en funciones de logística (recepción y almacenamiento temporal de medios materiales) y de evacuación de la población por mar.

3.8.5 Diagnóstico del grado de complejidad en la gestión de la emergencia

La Zona 2A es un espacio con una población significativamente importante y presenta una estructura demográfica por grupos de edad que complica la gestión, ya que aproximadamente el 21% de la población tiene más de 65 años. El nivel de la amenaza ha sido clasificado como Muy Alto, debido a la alta probabilidad de una erupción en el flanco norte de la Dorsal de Abeque.

La red viaria susceptible de ser empleada como soporte de una evacuación se apoya principalmente en las carreteras TF-5, TF-42 y TF-82, viario que presenta buenas condiciones de accesibilidad. Las dificultades vendrían determinadas por la intensidad del fenómeno eruptivo y su afección directa sobre este viario. De la misma manera cabe destacar que los núcleos poblacionales de los municipios de El Tanque y Garachico presentan un escaso grado de dispersión, presentando estructuras más o menos compactas y próximas a las vías de comunicación principales de esta área, un doble factor que facilita el desarrollo y el control de procesos de evacuación. Por el contrario, las entidades de población de Icod de Los Vinos presentan un elevado grado de dispersión, como puede ser en El Amparo (término municipal de Icod de los Vinos) y en los alrededores del

casco de este municipio, hecho que dificulta la gestión de la emergencia en este ámbito espacial.

Los núcleos de población cuentan con suficientes infraestructuras y dotaciones (polideportivos, campos de fútbol) que pueden actuar como apoyo a determinadas actuaciones que se realicen en aplicación del Plan de Actuación como la evacuación o el albergue temporal de personas. El puerto de Garachico también puede desempeñar, en un momento dado, funciones análogas, así como servir a modo de centro logístico para la recepción y distribución de medios materiales y humanos.

Una circunstancia a destacar es la existencia de varios puentes y túneles, como el de El Guincho o el falso túnel de entrada al casco de Garachico, ambos en la carretera TF-42, que podrían verse afectados por desprendimientos ocasionados por la sismicidad de origen volcánico. En el caso de Garachico es especialmente relevante porque en el supuesto de corte del tráfico en la carretera TF-42, la evacuación por medios terrestres de este núcleo de población, en el que residen varios miles de personas, se vería dificultada de manera extrema.

Además, hay que tener en cuenta que en algunos sectores de esta zona la masa forestal se ubica a escasa distancia de asentamientos de población importantes, como es el caso del núcleo de El Tanque, de las Montañetas (Garachico) o del núcleo de Las Abiertas (Icod de los Vinos), factor que introduce una complejidad añadida a la gestión de la emergencia en caso de incendio forestal ocasionado por la erupción.



En la zona se identifican dos gasolineras, una de las cuales se localiza en el interior del casco de Icod de los Vinos, circunstancia que debe tenerse especialmente en cuenta.

De la misma manera en esta extensa zona confluye un gran número de elementos vulnerables de distinta naturaleza, desde infraestructuras de tipo social como los centros sanitarios hasta de tipo tecnológico, donde destaca un gran número de infraestructuras hidráulicas, siendo el tratamiento de estas últimas de vital importancia.

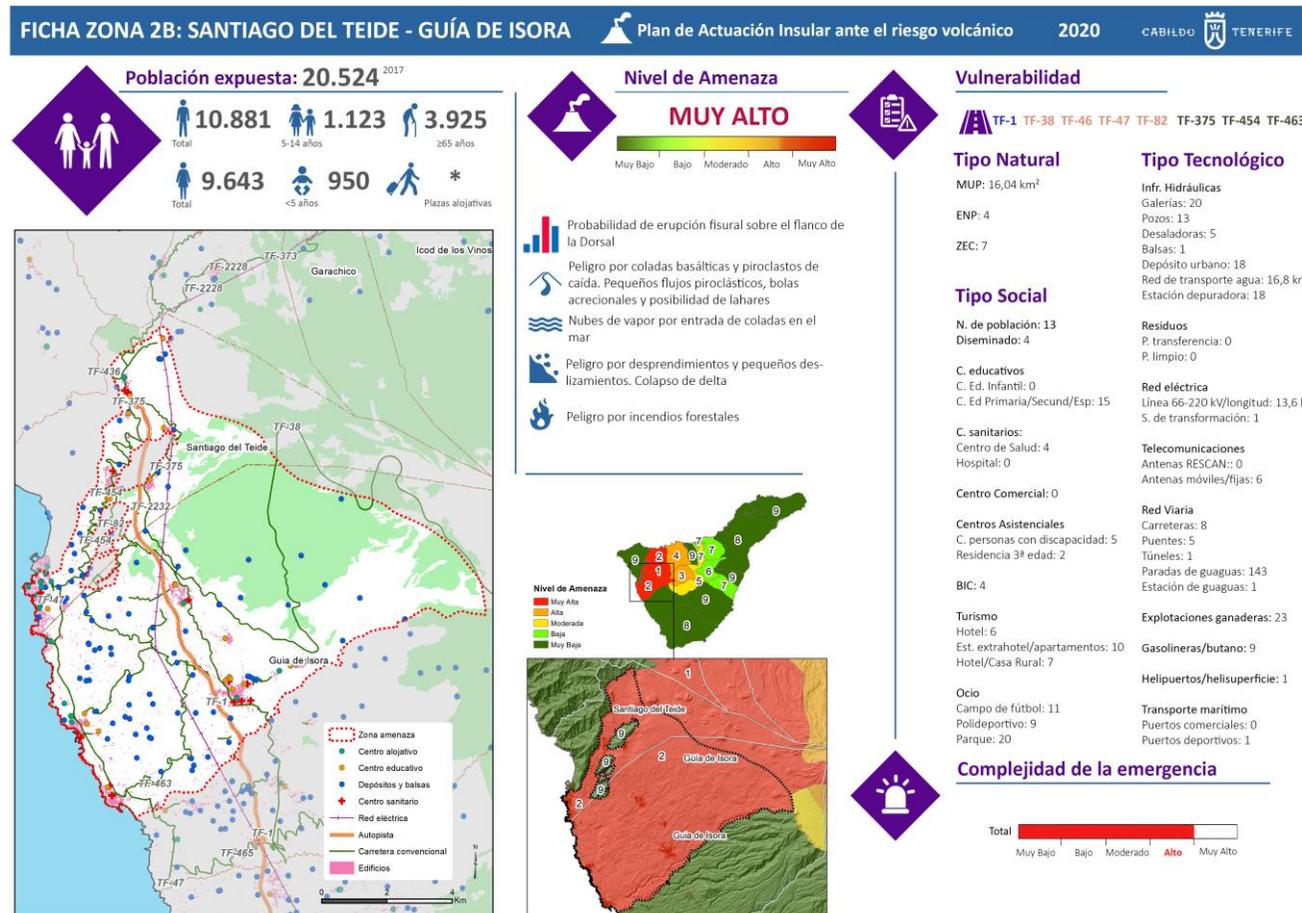
En consecuencia, se puede afirmar que la Zona 2A presenta una gran complejidad en la gestión de la emergencia, por la superposición de todos los elementos citados con anterioridad, tanto por su nivel de amenaza, su volumen poblacional y su configuración territorial determinada, entre otros aspectos, por el gran volumen de elementos vulnerables existentes. Asimismo, esta zona podría verse afectada de manera directa por los peligros señalados para el resto de las zonas anexas definidas con niveles de amenaza Muy Alto y Alto.

En conjunto, el grado de complejidad en la gestión de la emergencia volcánica se considera ALTO.



3.9 Zona 2B: Santiago del Teide – Guía de Isora

3.9.1 Ficha



La zona 2B, ocupa una superficie de 95,51 km² y está situada en la parte Oeste de la isla, en concreto al SO de la Dorsal de Abeque, abarcando gran parte de los municipios de Santiago del Teide y Guía de Isora. El paisaje de esta zona se caracteriza por la presencia de las coladas perteneciente a la erupción del Chinyero de 1909. Se trata de un sector con pendientes moderadas y cuya población se localiza en las zonas de medianías y costa, presentando esta última mayores densidades.

3.9.2 Población expuesta

La población expuesta en esta zona es de 20.524 habitantes, siendo la población menor de 5 años, 950, la población de 5-14 años, 1.123 y la población mayor de 65 años, 3.925 habitantes (ISTAC, 2017). En términos globales, la población dependiente encuadrada en estos grupos de edad representa un 19,2 % de la población total, dato a tener en cuenta de cara a la gestión de la emergencia.

La población se distribuye, principalmente, en 13 núcleos. Los principales núcleos en el municipio de Guía de Isora son Playa San Juan con 4.097 habitantes seguido del casco de Guía de Isora con 3.754 y Alcalá con 4.329 habitantes. En el caso de Santiago del Teide, los principales núcleos son Puerto Santiago, 2.874 habitantes, y Acantilado de Los Gigantes, con 656. En ambos municipios, la población se concentra, mayoritariamente, en la zona de costa, si bien en medianías destaca el núcleo de Tamaimo con 1.286 personas.

El volumen de población expuesta es ALTO. La estructura demográfica por edades, que muestra un porcentaje elevado de población dependiente, es también un aspecto a tener en cuenta.

3.9.3 Nivel de amenaza

La red hidrográfica está conformada principalmente por barrancos de escasa jerarquización y recorrido, no obstante, la complejidad de esta red aumenta según nos aproximamos a Adeje. Las principales cuencas hidrográficas del municipio de Guía de Isora son las formadas por el barranco de Erques, que supondría el límite natural con municipio de Adeje, así como otros barrancos, como podrían ser el barranco del Chabuibo o barranco de San Juan. Por otro lado, la principal cuenca hidrográfica de Santiago del Teide es la formada por el barranco del Valle de Santiago.

En este ámbito geográfico existen múltiples peligros, que hacen de él un área de riesgo muy alto. La alta probabilidad de erupciones en el flanco SO de la dorsal de Abeque, así como la formación de coladas basálticas y piroclastos de caída y la configuración de pequeños flujos piroclásticos conforman un grave peligro. Además, la entrada de las coladas al mar significaría la formación de nubes de vapor que pueden acarrear problemáticas diversas, tal y como se recogió en la definición de los peligros del presente capítulo. Existen distintos peligros asociados a un episodio volcánico, en este caso podrían darse desprendimientos y pequeños deslizamientos, podrían producirse colapsos de delta y, además, existe un grave peligro de incendios forestales en la zona de cumbres.

El nivel de amenaza merece una calificación MUY ALTA.

3.9.4 Exposición y vulnerabilidad. Principales elementos afectados

Los elementos vulnerables de tipo social que existen en esta zona son numerosos. Se han identificado 15 centros educativos de educación primaria y superior; 2 residencias de 3ª edad y 5 centros con personas con discapacidad. También hay dotaciones sanitarias, resaltando por su importancia el Centro de Salud de Guía de Isora.

No existe ningún centro comercial, pero la oferta turística es relevante lo cual constituye una característica singular de esta zona que la diferencia de las otras. Se han identificado 6 hoteles, algunos muy destacados como el Gran Meliá Palacio de Isora, 7 casas rurales y 10 establecimientos extrahoteleros, concentrándose en su mayor parte en la costa de Santiago del Teide y, en menor medida, en los núcleos de Chirche y Aripe en las medianías de Guía de Isora (Cabildo de Tenerife, 2018). No se tiene información sobre el número de plazas alojativas (Tenerife Data, 2017, SITCAN, 2015).

Importante señalar que hay 11 campos de fútbol y 9 polideportivos. De cara a su posible utilización durante una situación de emergencia, su distribución geográfica es adecuada porque los principales núcleos de población de la zona (Guía de Isora, Alcalá, Chío, Puerto Santiago, Tamaimo) cuentan con instalaciones de estas características. En cuanto al patrimonio cultural, a destacar la existencia de 4 Bienes de Interés Cultural entre los que merece especial mención los Conjuntos Históricos de Guía de Isora y del Caserío de Chirche y Aripe.

En cuanto a los elementos vulnerables de tipo natural, la masa forestal comprende una extensión importante, sobresaliendo la superficie ocupada por los Montes de Utilidad Pública (MUP) con 16 km². También se localizan diferentes espacios protegidos, entre los que destaca por su extensión el Parque Natural de Corona Forestal. Además, cabe mencionar, en los límites con la Zona 1, el Parque Nacional del Teide y la Reserva Natural de El Chinyero.

La red viaria constituye otro elemento vulnerable, contabilizándose hasta 8 carreteras principales en la zona: TF-1 (acceso a Fonsalía-Santiago del Teide), TF-38 (Boca Tauce-Chío), TF-46 (TF-1 hasta TF-47 Puerto de Fonsalía), TF-47 (Armeñime-Puerto de Santiago), TF-82 (en los tramos Icod de los Vinos-Santiago del Teide y Santiago del Teide-Armeñime), TF-375 (Santiago del Teide-Chío por Arguayo), TF-454 (Tamaimo-Puerto de Santiago) y TF-463 (Guía de Isora-Playa de San Juan). Por otro lado, de acuerdo con la información disponible hay un túnel (Túnel de El Bicho de 1.050 m de longitud en la TF-1) y 5 puentes de pequeñas dimensiones, en su mayor parte a lo largo de trazado de la carretera TF-82.

En la Zona 2B se localizan 23 explotaciones ganaderas y respecto a instalaciones que conllevan cierto nivel de peligrosidad en caso de accidentes, se identifican 9 gasolineras.

La red eléctrica y la red de telefonía forman parte también de los elementos vulnerables de tipo tecnológico. En el primer caso hay que destacar los 13,6 km de la línea de 66 kV, que discurre por las medianías, así como la existencia de una subestación de transformación en Guía de Isora.

En cuanto a las infraestructuras hidráulicas hay que destacar el elevado número de pozos y galerías existentes y la localización de varias desaladoras, tanto para el tratamiento de aguas salobres (EDAS de Tamaimo, Era del Llano I y Aripe) como para la desalación de agua de mar en instalaciones vinculadas a establecimientos hoteleros.

Por la Zona 2B discurren dos infraestructuras importantes para el transporte de agua a nivel insular: el canal de Vergara, por los sectores de cumbre, y el canal de Tamaimo-Lomo del Balo por las medianías. Además, se constata la existencia de 18 depósitos para el abastecimiento urbano y cinco infraestructuras de almacenamiento de agua, entre las que merece especial mención la balsa del Lomo del Balo. El resto son pequeñas presas, situadas en cauces de barranco, para retener el agua de la lluvia y en su mayor parte están semivacías.

Por último, mencionar la existencia de un pequeño puerto (Playa de San Juan) que, además del servicio que presta para un uso deportivo y/o pesquero, puede apoyar de forma sustancial las operaciones vinculadas a la gestión de la emergencia, sobre todo si el transporte terrestre se ve interrumpido. En los límites de esta zona se encuentra también el puerto deportivo de Puerto de Santiago.

3.9.5 Diagnóstico del grado de complejidad en la gestión de la emergencia

La Zona 2B, considerada como de amenaza Muy Alta, presenta una serie de características que la diferencian de las Zonas 1 y 2A descritas.

Esta zona tiene un volumen de población considerable (más de 20.000 habitantes), con un elevado porcentaje de residentes que por su edad (menores de 14 años y mayores de 65 años) presentan, *a priori*, una mayor vulnerabilidad frente a emergencias de grave riesgo colectivo. Otro factor que añade más complejidad a la gestión de la emergencia es que engloba municipios que acogen una notable actividad turística, por lo que el impacto económico de una emergencia de tipo volcánico es incuestionable, así como la dificultad de mantener convenientemente informada a población no residente, con un idioma distinto y un menor conocimiento del medio.

La distribución de la población sobre el territorio no muestra una excesiva dispersión en comparación con algunos ámbitos de la Zona 2A y en su mayor parte se concentra en núcleos más o menos compactos. No obstante, también se detecta la existencia de numerosas viviendas aisladas en las medianías de Guía de Isora y en el espacio comprendido entre las carreteras TF-1 y la TF-47, circunstancia que habrá que tener muy en cuenta en caso de evacuación.

La accesibilidad es buena. A grandes rasgos, las carreteras TF-1 y TF-82 actúan como corredores viarios de medianías y la TF-47 como corredor costero, operando las carreteras TF-46, TF-454 y TF-463 como viarios que conectan la costa con las medianías. En este sentido, la ejecución reciente del cierre del anillo insular (ampliación de la TF-1) y de la conexión con Fonsalía (TF-46) ha mejorado notablemente la movilidad en esta zona, proporcionando vías alternativas, rápidas y de gran capacidad, para el desplazamiento de la población residente en los núcleos costeros (Alcalá y

Playa de San Juan) y en los de medianías (Guía de Isora, Chío, Arguayo, Las Manchas y Santiago del Teide).

Los núcleos con peor conectividad son Chiguergue, Aripe y Chirche, aunque se trata de asentamientos con poca población y con posibilidad de evacuación, por su localización, tanto hacia la TF-38 como hacia la TF-82.

El núcleo de Puerto de Santiago también presenta cierta problemática en caso de evacuación. Aunque parte del mismo está fuera de la Zona 2B, su singular ubicación al pie de las laderas meridionales del Macizo de Teno y su limitada accesibilidad debe ser tenida en cuenta. La existencia de un puerto deportivo puede proporcionar, al menos, algunas soluciones de cara a la gestión de la emergencia.

En general los núcleos cuentan con suficientes equipamientos deportivos o parques públicos para facilitar la concentración de personas, si bien los más pequeños (Chiguergue, Aripe, Chirche) pueden presentar algunas deficiencias en este sentido, compensadas por el escaso número de habitantes que tienen.

A diferencia de la zona 2A, la posibilidad de que incendios forestales provocados por la erupción volcánica afecten a asentamientos de población es muy reducida. En cambio, el riesgo de desprendimientos o caída de materiales por gravedad desde laderas, producto de los movimientos sísmicos ligados a la actividad volcánica, ha de ser considerado en algunos puntos, como es el caso de las bocas del túnel de El Bicho o en el núcleo de Puerto de Santiago que, aunque en sentido estricto se sitúa parcialmente fuera del ámbito territorial delimitado para la zona 2B, es conveniente incluir en esta diagnosis.

También hay que tener en cuenta la existencia de varias gasolineras insertas en la trama urbana (en el casco de Guía de Isora, casco de Santiago del Teide y casco de Tamaimo).

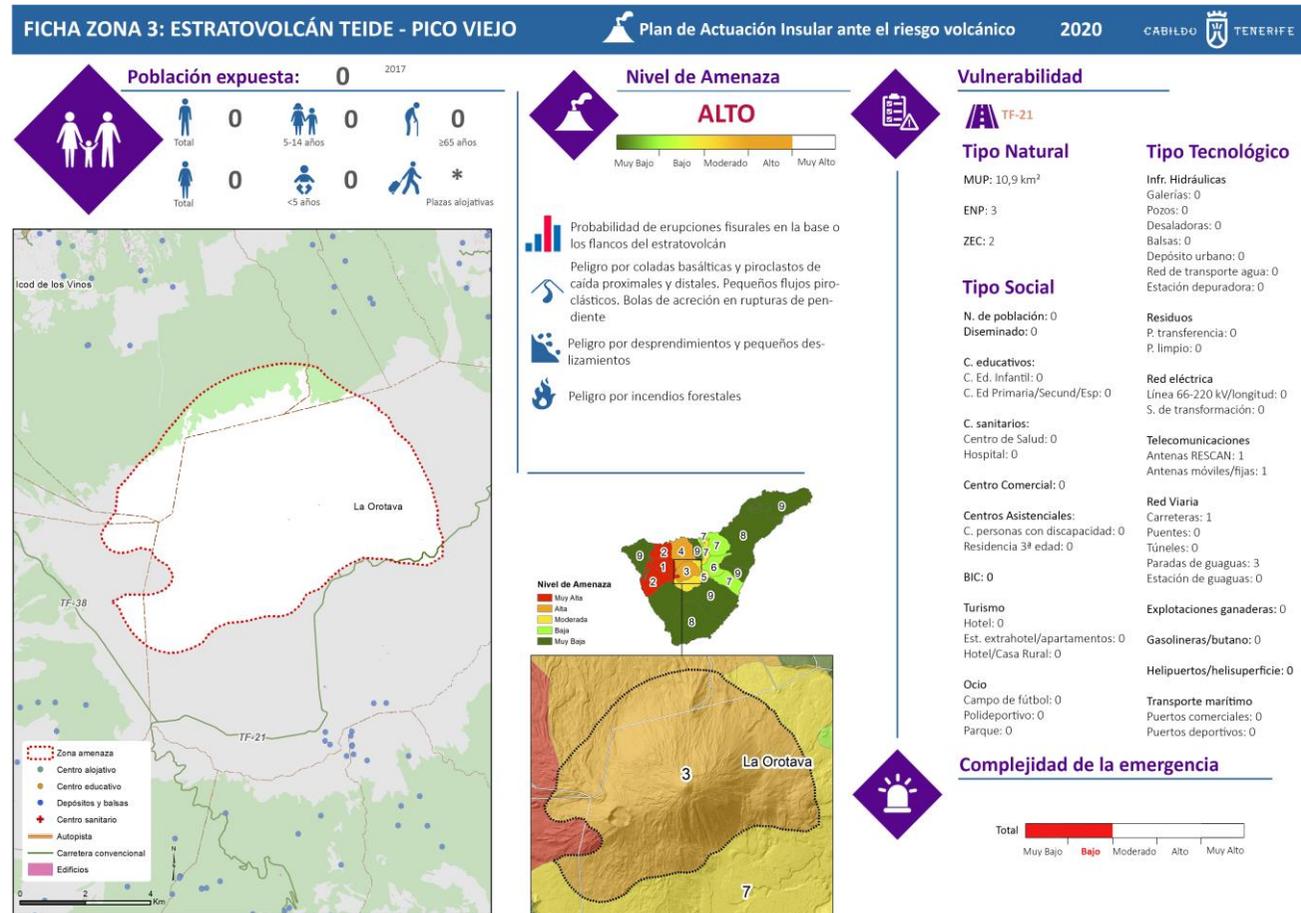
En cuanto a posibles accidentes en otras infraestructuras de tipo tecnológico que compliquen la gestión de la emergencia volcánica, hay que mencionar la balsa de Lomo del Balo con una capacidad de almacenamiento de más de 500.000 m³ según la información disponible. En caso de erupción volcánica podría producirse el contacto del frente de las coladas de lava con el agua almacenada, dando lugar a un incremento de la explosividad en un ámbito muy local. También es importante realizar un seguimiento de las condiciones estructurales de esta balsa para asegurar que la sismicidad vinculada a la actividad volcánica, que puede ser prolongada en el tiempo, no acabe provocando una rotura parcial o total de esta infraestructura.

Finalmente, hay que mencionar el importante número de pozos y galerías que podrían verse afectados, incluyendo las EDAS de Aripe y Tamaimo. También la posible repercusión por la caída de cenizas o por el impacto directo de las coladas sobre la línea eléctrica de 66 kV y sobre la subestación de transformación de Guía de Isora.

Considerando el ejercicio de diagnosis realizado en este apartado, el grado de complejidad de la gestión de la emergencia se considera ALTO.

3.10 Zona 3: Estratovolcán Teide - Pico Viejo

3.10.1 Ficha



La Zona 3 comprende una superficie de de 57,32 km² y está situada en el área central de la isla, en el complejo volcánico de El Teide. Engloba terrenos localizados en las cumbres de los municipios de La Orotava, Icod de los Vinos, La Guancha, Santiago del Teide y Guía de Isora.

3.10.2 Población expuesta

En esta zona no existen núcleos de población. En caso de erupción la exposición de las personas a los peligros volcánicos se limita al elevado número de visitantes que acceden al Parque Nacional del Teide diariamente, aunque esta situación es difícil que se produzca porque los indicios previos de la actividad volcánica habrán justificado la evacuación preventiva de la zona y el cierre de accesos al Parque.

En consecuencia, se considera que el volumen de población expuesta es MUY BAJO.

3.10.3 Nivel de amenaza

Los peligros volcánicos asociados a este ámbito se refieren a la alta susceptibilidad de erupciones con emisiones de coladas de lava y piroclastos de caída proximales y distales hacia el norte de la isla, si bien las vertidas hacia el sur no suponen un peligro al encontrarse con la barrera topográfica de las paredes de las Cañadas del Teide. También pueden dar lugar a pequeños flujos piroclásticos y bolas de acreción en sectores de rupturas de pendiente.

Otro de los peligros añadidos son los incendios en el sector norte de esta zona, ocupado por masas forestales de pinar abierto, que se pueden producir durante la erupción y que podrían complicar la gestión de la

emergencia. No se puede descartar tampoco que estos incendios se produzcan en sectores del interior, colonizados por matorral de cumbre y retamar.

La topografía se caracteriza por las elevadas pendientes de los conos volcánicos de El Teide y Pico Viejo. Hacia el norte las lavas serían canalizadas por la red hidrográfica, mientras que hacia el sur verterían hacia el Valle de Ucanca y serían retenidas por el circo de Las Cañadas.

El nivel de amenaza se considera ALTO.

3.10.4 Exposición y vulnerabilidad. Principales elementos afectados

En la Zona 3 no existe ningún equipamiento educativo ni sanitario. Tampoco se encuentran infraestructuras eléctricas ni hidráulicas.

Cabe mencionar las instalaciones del Refugio de Altavista, vinculado a la práctica del montañismo y senderismo, y del teleférico del Teide, que incluye las estaciones base y superior y la línea de este sistema de transporte guiado.

El sistema viario se compone de una única carretera principal: la TF-21 (La Orotava-Boca Tauce), que recorre todo el Parque Nacional y desciende por el sur hasta Vilaflor. En el momento de la emergencia volcánica, esta vía será la única ruta de evacuación y de acceso a la zona para la atención y seguimiento de la emergencia, por lo que es necesario tener en cuenta su estado y las posibles vulnerabilidades que puedan surgir como

consecuencia de la erupción. No existen puentes ni túneles a lo largo de su trazado en esta zona.

Tampoco se encuentran gasolineras que pueden suponer un riesgo de explosión por el material inflamable que albergan durante la erupción. Se han identificado 2 antenas de telecomunicación que pueden sufrir afección por la caída y acumulación de cenizas volcánicas o por la invasión de coladas lávicas.

Finalmente, en cuanto al patrimonio natural de la Zona 3, se identifican 3 Espacios Naturales Protegidos (ENP), entre los que destaca el Parque Nacional de El Teide, y 2 Zonas de Especial Conservación (ZEC). No hay Bienes de Interés Cultural.

3.10.5 Diagnóstico del grado de complejidad en la gestión de la emergencia

La Zona 3, con un nivel de amenaza Alto, que engloba el edificio volcánico Teide-Pico Viejo, se corresponde con un área despoblada y con muy poca accesibilidad. Además, apenas hay elementos vulnerables expuestos.

Por tanto, presenta diferencias sustanciales con cualquiera de las otras zonas analizadas en cuanto a la baja exposición a los peligros volcánicos.

La carretera de acceso a la zona (TF-21) es la que atraviesa el Parque Nacional del Teide, por lo que un posible corte de la misma puede mermar la conectividad entre las diferentes vertientes de la isla a través de Las Cañadas, si bien existen otras alternativas que generalmente funcionan de

manera principal para realizar desplazamientos de un extremo a otro del territorio insular.

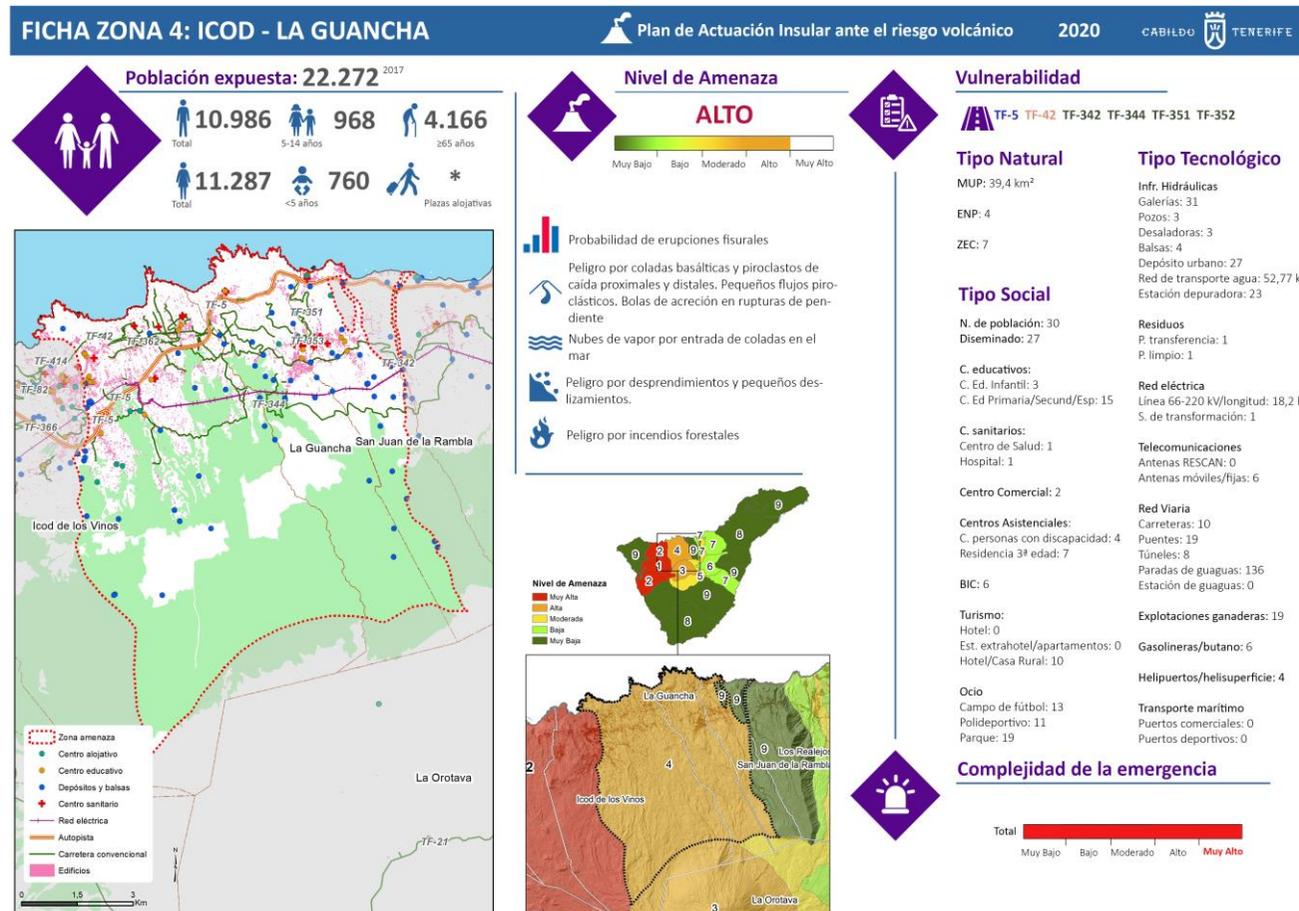
El único escenario que puede plantear riesgos es la presencia de visitantes en lugares en los que el desencadenamiento de movimientos sísmicos pre-eruptivos pueda ocasionar desprendimientos en áreas de ladera o en los flancos del Teide y de Pico Viejo. En las inmediaciones de la estación base del teleférico hay constatación de este peligro. Más difícil es que la erupción volcánica se produzca de forma repentina sin indicios previos, sorprendiendo a los miles de visitantes que transitan por esta zona día a día. En circunstancias normales, en caso de prever una erupción en esta zona su uso debe haber quedado restringido.

Debe advertirse, además, que una erupción en la Zona 3 puede adquirir carácter explosivo, o aún siendo de tipo efusivo, afectar a zonas anexas, cuya vulnerabilidad se contempla en la ficha correspondiente definida para la misma.

Considerando el ejercicio de diagnóstico realizado en este apartado, la complejidad de la gestión de la emergencia se considera BAJA.

3.11 Zona 4: Icod de los Vinos – La Guancha

3.11.1 Ficha



La Zona 4 ocupa una superficie de 86,6 km². Se sitúa en el área noroccidental de la isla de Tenerife y al norte de El Teide, abarcando buena parte de los municipios de Icod de los Vinos, La Guancha y San Juan de la Rambla.

3.11.2 Población expuesta

La zona 4, compuesta por los municipios anteriormente citados, está conformada por 30 núcleos de población según ISTAC (2017), con una población total expuesta de 22.272 personas. En este sentido toma especial significado los grupos de edad especialmente vulnerables: 760 menores de 5 años, 968 con una edad comprendida entre 5 y 14 años y 4.166 personas mayores de 65 años. En conjunto, la población más vulnerable en función de la edad representa un porcentaje elevado (26,4%) de los efectivos demográficos totales.

Respecto a la distribución espacial de la población, los núcleos con mayor peso demográfico son Buen Paso, Cueva del Viento, La Guancha, Las Rosas, San Felipe, Santa Bárbara y La Mancha con una población que se sitúa entre 1.000 y 3.200 habitantes por núcleo (ISTAC, 2017). Asimismo, la ocupación del territorio para uso residencial se caracteriza, sobre todo en las medianías, por su elevada dispersión, principalmente en el término municipal de Icod de los Vinos.

En conjunto, el volumen de población es ALTO, pero el dato más relevante en relación con la exposición de las personas es su dispersión territorial.

3.11.3 Nivel de amenaza

Esta zona, definida como Icod-La Guancha, presenta un nivel de amenaza Alto. Los peligros volcánicos asociados a este ámbito territorial vienen determinados por la probabilidad de erupciones fisurales en la cumbre, lo que implicaría principalmente, la canalización de coladas de lava, piroclastos de caída y pequeños flujos piroclásticos proximales y distales hacia la costa, con posibilidad de bolas de acreción por ruptura de pendiente. Además, si estos materiales emitidos alcanzan los sectores costeros caracterizados en algunos tramos por su fuerte perfil acantilado, pueden causar peligros asociados a entradas de lava en el mar, como pequeñas explosiones, nubes de vapor tóxicas y colapsos de delta lávicos.

Otro de los peligros añadidos son los incendios forestales que se pueden producir durante la erupción y que podrían complicar la gestión de la emergencia si se desarrolla durante el momento de la evacuación de las personas. La masa forestal de esta Zona se inicia entre los 1.000 y 1.300 metros de altitud y comienza a ramificarse hacia las zonas de medianías colindando con los núcleos poblacionales situados entre los 500 y 400 metros de altitud. La superficie cubierta llega a ocupar más de 74 km².

La topografía se caracteriza por sus elevadas pendientes, que, en caso de canalizarse las coladas de lava, lo harían por los sectores más bajos y siguiendo la red hidrográfica. No obstante, en algunos sectores puede existir riesgo de zonas intralávicas (“kipukas” o islotes), es decir, zonas aisladas por el cierre de coladas canalizadas por estas formas de relieve en una futura erupción. Por ello, otro de los peligros asociados son las

personas o asentamientos poblacionales que pudieran quedar atrapados por las coladas de lava.

El nivel de amenaza se considera ALTO.

3.11.4 Exposición y vulnerabilidad. Principales elementos afectados

La Zona 4 presenta numerosos elementos vulnerables expuestos a la amenaza volcánica, algunos de ellos con un ámbito de prestación de servicio que excede al de la propia zona de amenaza.

En primer lugar, en cuanto al patrimonio natural de este ámbito, se debe tener en cuenta la gran superficie boscosa que se extiende por los sectores altos de los municipios. Los Montes de Utilidad Pública cubren un área de de 39,4 km², pero además en las medianías altas existe una amplia franja de interfaz urbano-forestal en la que conviven el uso residencial con aprovechamientos agrarios y con formaciones vegetales naturales y seminaturales de porte arbóreo y arbustivo. Se identifican diferentes espacios y zonas protegidas, que corresponderían a 4 Espacios Naturales Protegidos (ENP), entre los que destaca el Parque Natural de Corona Forestal, y 7 Zonas de Especial Conservación (ZEC).

Otros elementos vulnerables a tener en cuenta son los de tipo social. Existen numerosos centros educativos, entre los cuales destacan 15 centros de educación primaria/secundaria/especial y 3 centros de educación infantil/preescolar. En cuanto a los equipamientos sanitarios, esta zona cuenta con un centro de salud situado en el casco de La Guancha, varios consultorios locales y, sobre todo, el Hospital del Norte de

Tenerife, en Buen Paso (Icod de los Vinos) integrado en el Servicio Canario de Salud. En el caso de los centros asistenciales, cuenta con 4 centros para personas con discapacidad y 7 residencias para la tercera edad.

Asimismo, la Zona 4 cuenta con 2 centros comerciales y un patrimonio cultural conformado por 6 Bienes de Interés Cultural (BIC), destacando el Conjunto Histórico de San Juan de la Rambla y los Sitios Históricos del Barrio de los Quevedos (San Juan de la Rambla) y de la ermita de Ntra. Sra. del Buen Paso (Icod de los Vinos). Hay numerosas instalaciones para usos recreativos y de ocio, como 13 campos de fútbol y 11 polideportivos.

Por su parte, los datos obtenidos para la infraestructura turística de este ámbito indican la existencia de 10 hoteles/casas rurales (Cabildo de Tenerife, 2018). Se ignora el número de plazas alojativas.

En relación con los elementos de tipo tecnológico, destacan aquéllos que están vinculados con la producción, distribución y abastecimiento de agua tanto para el consumo urbano como agrícola.

Las infraestructuras de captación de agua de esta Zona suman 31 galerías, con especial mención a la del Barranco de Vergara, y 3 pozos. Como el agua extraída tienen problemas de salinidad, su tratamiento se realiza en tres estaciones de desalación de agua salobre entre las cuales cabe mencionar las de Cruz de Tarife (La Guancha) y Altos de Icod (Icod I). Se identifican, además, 27 depósitos de abasto urbano y la red básica general de distribución de agua comprende una longitud total de 52,7 km, que se reparte entre varios canales y conducciones, entre los cuales destaca por su relevancia el Canal de Vergara que discurre a una mayor cota.

No menos importante es la existencia de cuatro balsas de gran capacidad, dos en Icod de los Vinos (Buen Paso y La Florida) y una en La Guancha (La Tabona) y en San Juan de la Rambla (Llanos de Mesa).

En cuanto a la gestión de residuos, se encuentran infraestructuras básicas como la Planta de Transferencia de La Guancha, de ámbito de servicio comarcal (Buenavista, Los Silos, El Tanque, Garachico, Icod de los Vinos, La Guancha y San Juan de la Rambla), que también cuenta con Punto Limpio. A través de esta zona discurren tres líneas de transporte de alta tensión que atraviesan las medianías (la línea de 66 kV Icod de los Vinos-Guía de Isora, la línea de 66 kV Cuesta de la Villa-Icod de los Vinos 1 y la línea de 66 kV Cuesta de la Villa-Icod de los Vinos 2). Además, existe una subestación de transformación (subestación de Icod). La red de telecomunicaciones la componen 6 antenas de radiotelevisión y telefonía móvil. En este caso, no hay antenas de la Red de Seguridad y Emergencias (RESCAN).

El sistema viario en la zona se compone de 6 carreteras principales de titularidad insular. Se trata de las carreteras TF-5 (en los tramos Los Realejos-Buen Paso y Buen Paso-El Tanque), TF-42 (en el tramo Buen Paso-enlace El Guincho), TF-342 (Los Realejos-Icod por La Guancha), TF-344 (Icod El Alto-La Guancha), TF-351 (San Juan de la Rambla-La Guancha), TF-352, que discurre por el término municipal de La Guancha).

A estas carreteras hay que unir la TF-353, una pequeña vía, por longitud, que conecta a la TF-351 y TF-352, y otras dos carreteras más de competencia insular con escaso recorrido en la Zona 4: la TF-366 (Icod-La Vega por el Amparo) y la TF-414 (desde la rotonda de Icod a Playa de San Marcos). Además, hay otra vía a mencionar de titularidad municipal (la

carretera TF-362, antigua C-820) así como numerosas vías o caminos asfaltados de ámbito municipal que comunican los asentamientos de población y el disperso edificado con la red viaria principal.

A lo largo del viario se identifican varios túneles y puentes, muchos de los cuales se disponen a lo largo de la TF-5, en el tramo Buen Paso-El Tanque, de ejecución reciente, y de la TF-5, en el tramo comprendido entre Los Realejos e Icod de los Vinos. El elemento más destacable es el túnel de Santo Domingo, en el término municipal de La Guancha, con una longitud de 329 m.

El sector primario se encuentra representado por 19 explotaciones ganaderas susceptibles de verse afectadas. Finalmente, hay varias gasolineras, algunas de ellas en el interior o cerca de núcleos urbanos como La Guancha, en la avenida Hipólito Sinfiriano, y la de Icod de los Vinos en la Avenida de Los Príncipes.

3.11.5 Diagnóstico del grado de complejidad en la gestión de la emergencia

La Zona 4, considerada como de amenaza Alta, presenta unas características singulares, introduciendo nuevos factores que, en términos generales, determinan una gestión de la emergencia volcánica distintiva y más compleja con respecto a las otras zonas.

Esta zona tiene un volumen de población importante (más de 22.000 habitantes), con un alto porcentaje de residentes (26,4%) que por su edad (menores de 14 años y mayores de 65 años) presenta una cierta



vulnerabilidad frente a las emergencias extraordinarias. Sin embargo, es la dispersión territorial de la población el factor más determinante.

Este fenómeno es especialmente intenso en las medianías de Icod de los Vinos, alcanzando su mayor expresión aguas arriba de la TF-5 (tramo Buen Paso-El Tanque) en parajes como Los Piquetes, Cueva del Viento, Llanito Perera, Santa Bárbara o La Florida. En La Guancha y San Juan de la Rambla disminuye el grado de dispersión, pero también se identifican enclaves como Las Rosas donde se reproduce este modelo de ocupación territorial.

Precisamente, esta característica motiva que la movilidad sea deficiente en algunos ámbitos. Si bien existe una importante red viaria, con varias carreteras que pueden operar en caso de evacuación como corredores longitudinales en sentido Este-Oeste (TF-5, TF-42, TF-342) y otras como vías de comunicación costa-medianías (TF-351, TF-352 o la misma TF-5 en el tramo entre Buen Paso a El Tanque), el acceso al disperso residencial es precario, a través de vías que con carácter general presentan un trazado sinuoso y escasa sección, circunstancia que puede dificultar tanto la propia evacuación como la intervención de los vehículos de emergencia.

Por otro lado, en caso de evacuación hay que tener en cuenta el “estrangulamiento” que puede producirse en la costa de San Juan de la Rambla, en concreto en las laderas del Paisaje Protegido de Los Campeches, Tigaiga y Ruiz. En esta zona está suficientemente documentado el registro de desprendimientos que afectan a la carretera TF-5 (tramo Los Realejos-Buen Paso), por lo que se trata de un ámbito que merece especial atención porque la sismicidad vinculada a la actividad volcánica puede amplificar estos procesos geomorfológicos, bloqueando el

tránsito de vehículos a través de esta vía y dificultando la evacuación en dirección al Valle de La Orotava.

En general los núcleos de mayor entidad cuentan con equipamientos deportivos u otros espacios públicos de grandes dimensiones para facilitar la concentración de personas. Sin embargo, una vez más la elevada dispersión de la población en algunos ámbitos (Los Piquetes, Cueva del Viento, Santa Bárbara, etc.) y la ausencia de equipamientos y dotaciones propios de una trama urbana bien articulada, complica la gestión de la emergencia al carecer de puntos en los que se pueda concentrar a la población residente.

La posibilidad de que incendios forestales provocados por la erupción volcánica afecten a asentamientos de población es alta, sensiblemente superior a cualquiera de las otras zonas de amenaza analizada. Esta situación se explica por un doble motivo. En primer lugar, la penetración de “lenguas” de pinar desde las cumbres, alcanzando sectores de medianías mediante la colonización de antiguas coladas lávicas no transformadas por la actividad humana. En ámbitos como Cueva del Viento, Llanito Perera, Hoya Nadia y La Florida las masas forestales se sitúan a escasa distancia de suelo con uso residencial; fenómeno que también se advierte en las inmediaciones del casco de La Guancha. En segundo lugar, en las zonas agrícolas de medianías se manifiesta con gran intensidad una problemática muy común en las zonas de interfaz urbano-forestal: la existencia de numerosas viviendas junto a terrenos agrícolas abandonados, que están siendo ocupados por matorral de sustitución, altamente combustible, en una franja limítrofe con el dominio forestal. En



este sentido, asentamientos como los de Redondo o La Florida en Icod de los Vinos presentan unas condiciones de peligrosidad elevada.

El riesgo de desprendimientos en sectores de fuerte pendiente, alentado por los movimientos sísmicos ligados a la actividad volcánica, ha de ser considerado en algunos puntos, como el tramo de la carretera TF-5 a su paso por la costa de San Juan de la Rambla y, en general, en la costa de este municipio.

También hay que tener en cuenta la existencia de varias gasolineras insertas en la trama urbana (casco de La Guancha y el Icod de los Vinos) que almacenan depósitos de combustible, introduciendo un elemento más de complejidad en la gestión de la emergencia volcánica.

En cuanto a posibles accidentes en otras infraestructuras de tipo tecnológico como resultado de la actividad volcánica, hay que mencionar las grandes balsas de almacenamiento de agua existentes en la Zona 4. En caso de erupción podría producirse el contacto del frente de las coladas de lava con el agua, dando lugar a un incremento de la explosividad en un ámbito muy local. También es importante realizar un seguimiento de las condiciones estructurales de estas infraestructuras hidráulicas para asegurar que la sismicidad vinculada a la actividad volcánica, que puede ser prolongada en el tiempo, no acabe provocando una rotura parcial o total de estas infraestructuras.

Finalmente, hay que mencionar el importante número de pozos y galerías y las tres estaciones de tratamiento de aguas salobres que podrían verse afectadas, ocasionando un impacto grave sobre la red de abasto urbano y con destino a la actividad agrícola que, casi con toda seguridad, trasciende

el ámbito territorial que ocupa la Zona 4 de amenaza volcánica. También la posible repercusión por la caída de cenizas o por el impacto directo de las coladas sobre las líneas eléctricas de transporte de 66 kV y sobre la subestación de transformación de Icod de los Vinos.

Considerando el ejercicio de diagnóstico realizado en este apartado, la Zona 4 presenta una complejidad excepcional para los servicios de protección civil desde el punto de vista de la gestión de la emergencia. En consecuencia, este parámetro se califica como MUY ALTO, superior por tanto a cualquiera de las restantes zonas analizadas.

3.12 Bibliografía

Alatorre-Ibargüengoitia, M. A., Delgado-Granados, H., & Dingwell, D. B. (2012). Hazard map for volcanic ballistic impacts at Popocatepetl volcano (Mexico). *Bulletin of volcanology*, 74(9), 2155-2169.

Ancochea, E y Barreda, J.L. La Peligrosidad volcánica. En *Riesgos Geológicos*. Pp265-286

Araña, V., Felpeto, A., Astiz, M., Garcia, A., Ortiz, R., & Abella, R. (2000). Zonation of the main volcanic hazards (lava flows and ash fall) in Tenerife, Canary Islands. A proposal for a surveillance network. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 103(1-4), 377-391.

Araña, V., & Ortiz, R. (1989). Riesgo volcánico en el Archipiélago Canario. In *ESF Meeting on Canarian Volcanism*. CSIC. Madrid (pp. 247-253).

Arnalds, O., Thorarinsdottir, E. F., Thorsson, J., Waldhauserova, P. D., & Agustsdottir, A. M. (2013). An extreme wind erosion event of the fresh Eyjafjallajökull 2010 volcanic ash. *Scientific reports*, 3(1), 1-7.

Bignamì, C. et al. (2012). *Handbook for volcanic risk management: Prevention, crisis management and resilience*. MiaVita. Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

Bonaccorso, A., Calvari, S., Garfi, G., Lodato, L. y Patanè, D. (2003). Dinámica de la falla del flanco de diciembre de 2002 y tsunami en el volcán Stromboli inferido por observaciones vulcanológicas y geofísicas. *Cartas de investigación geofísica*, 30 (18).

Blong RJ (1984) *Volcanic hazards: a sourcebook on the effects of eruptions*. Academic Press, Orlando

Bosman, A., Casalbore, D., Romagnoli, C., & Chiocci, F. L. (2014). Formation of an 'a'ā lava delta: insights from time-lapse multibeam bathymetry and direct observations during the Stromboli 2007 eruption. *Bulletin of Volcanology*, 76(7), 838.

Bower S, Woods A (1996) sobre la dispersión de clastos de cráteres volcánicos durante pequeñas erupciones explosivas. *J Volcanol Geoth Res* 73: 19-32

Breard, E. C. P., Lube, G., Cronin, S. J., Fitzgerald, R., Kennedy, B., Scheu, B., ... & Moebis, A. (2014). Using the spatial distribution and lithology of ballistic blocks to interpret eruption sequence and dynamics: August 6 2012 Upper Te Maari eruption, New Zealand. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 286, 373-386.

Bustos, J. J. D., & Marrero, C. (2003). La inversión del alisio como factor determinante de la meteorología en Canarias. <https://repositorio.aemet.es>

Cano Sierra, D. (2018). *Procesos de transformación en la colada del volcán histórico de Fasnia*. Trabajo Final de Grado. Curso 2016-2017. Repositorio Universidad de La Laguna.

Carey, S., & Bursik, M. (2000). Volcanic plumes. In *The Encyclopedia of Volcanoes*. Academic Press, pp. 527-544.

Carniel, R., & Lacop, F. (1996). Spectral precursors of paroxysmal phases of Stromboli. *Annali di Geofisica*, vol. XXXIX, Nº 2, 324-345.

Carracedo, J.C.; Guillou, H.; Paterne, M.; Scaillet, S.; Rodríguez Badiola, E.; Paris, R.; Pérez Torrado, F.J.; Hansen Machín, A. (2004a) Análisis del riesgo volcánico asociado al flujo de lavas en Tenerife (Islas Canarias) : escenarios previsibles para una futura erupción en la isla. *Estudios Geológicos*, 60, 63-93.

Carracedo J.C., Guillou H., Paterne M., Scaillet S., Rodríguez Badiola E., Paris R., Pérez Torrado F.J. y Hansen A. (2004b) Avance de un mapa de peligrosidad volcánica de Tenerife (escenarios previsibles para una futura erupción en la isla). Servicio de Publicaciones de la Caja General de Ahorros de Canarias (CajaCanarias), 46 pp.

Carracedo JC, Rodríguez-Badiola E, Guillou H, Paterne M, Scaillet S, Pérez-Torrado FJ, Paris R, FraPaleo U, Hansen A (2007) Eruptive and structural history of Teide volcano and rift zones of Tenerife, Canary Islands. *Geol Soc Am Bull* 119:1027–1051

Carracedo, J. C., & Perez-Torrado, F. J. (2015). Peligros asociados a las coladas de lava. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 23(1), 49.

Carracedo J.C., and Troll, V.R. (2006). Seismicity and gas emissions on Tenerife: a real cause for alarm? *Geology Today*, 22, pp. 138-141

Cas, R.A.F. y Wright, J.V. (1987). Volcanic successions. Modern and ancient. Ed. Allen & Unwin, 528 p.

Casadevall, T. J. (Ed.). (1994). Volcanic ash and aviation safety: proceedings of the first international symposium on volcanic ash and aviation safety (Vol. 2047). US Government Printing Office.

Caselli, A; Vélez, ML; Augusto, M. y Jover M.L. (2010): Manual de procedimientos ante caída de cenizas volcánicas. Grupo de estudio y seguimiento de Volcanes activos. Proyecto “Exactas con la Sociedad” Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 108 p

Chiodini, G., Frondini, F., & Raco, B. (1996). Diffuse emission of CO₂ from the Fossa crater, Vulcano Island (Italy). *Bulletin of Volcanology*, 58(1), 41-50.

Chiocci, F. L., Romagnoli, C., Tommasi, P., & Bosman, A. (2008). The Stromboli 2002 tsunamigenic submarine slide: characteristics and possible failure mechanisms. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 113(B10).

Chester, DK, Degg, M., Duncan, AM y Guest, JE (2000). La creciente exposición de las ciudades a los efectos de las erupciones volcánicas: una encuesta global. *Cambio ambiental global Parte B: Peligros ambientales*, 2 (3), 89-103.

Chouet, B. A. (1996). Long-period volcano seismicity: its source and use in eruption forecasting. *Nature*, 380(6572), 309.

Delgado, H. y Navarro, M. (2002). Mapa de Amenaza Volcánica Volcán Concepción. Secretaría de Relaciones Exteriores. UNAM.

Dionis, S., Melián, G., Padrón, E., Bandomo, Z., Fernandes, P., Silva, S., ... & Calvo, D. (2013). Diffuse CO₂ and H₂S degassing from the summit crater of Pico do Fogo. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (Vol. 15).

Dionis, S., Melián, G., Padrón, E., Bandomo, Z., Fernandes, P., Silva, S., ... & Calvo, D. (2013). Diffuse CO₂ and H₂S degassing from the summit crater of Pico do Fogo. In EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 15).

Di Roberto, A., Bertagnini, A., Del Carlo, P., Meletlidis, S., & Pompilio, M. (2016). The 1909 Chinyero eruption on Tenerife (Canary Islands): insights from historical accounts, and tephrostratigraphic and geochemical data. *Bulletin of Volcanology*, 78(12), 88.

Di Traglia, F., Nolesini, T., Solari, L., Ciampalini, A., Frodella, W., Steri, D., ... & Galardi, E. (2018). Lava delta deformation as a proxy for submarine slope instability. *Earth and Planetary Science Letters*, 488, 46-58.

Dorta Antequera, P. (1996). Las inversiones térmicas en Canarias. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, (15), 109-124.

Fagents S, Wilson L (1993) Explosive volcanic eruptions—VII. The ranges of pyroclasts ejected in transient volcanic explosions. *Geophys J Int* 113:359–370

Felpeto, A., García, A., Ortiz, R., (1996). Mapas de riesgo. Modelización. In: Ortiz, R. (Ed.), *Riesgo Volcánico. Serie Casa de los Volcanes N.5*, Servicio de Publicaciones del Cabildo de Lanzarote, Lanzarote, Spain, pp. 67–98.

Fitzgerald, RH, Kennedy, BM, Wilson, TM, Leonard, GS, Tsunematsu, K. y Keys, H. (2017). La comunicación y la gestión de riesgos de los peligros balísticos volcánicos. En *Observando el mundo del volcán* (pp. 121-147). Springer, Cham.

Francis, P. W. (1985). The origin of the 1883 Krakatau tsunamis. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 25(3-4), 349-363.

Galindo, I. (2005). Estructura volcano-tectónica y emisión difusa de gases de Tenerife (Islas Canarias). Universitat de Barcelona, Spain.

Galindo I, Romero C, Sánchez N, Yepes J, Becerril L, Dóniz J, Morales JM (2014) The Timanfaya 1730–36 eruption (Lanzarote, Canary Islands): a cataclysmic event? In: 1st international workshop on volcano geology, Madeira, Portugal. Abstract Book, pp 31–32

García, O, Martí, J, Aguirre-Díaz, G, Geyer, A, Iribarren, I (2011) Pyroclastic density currents from Teide–Pico Viejo (Tenerife, Canary Islands): implications on hazard assessment. *TerraNova* 23:220–224.

Gerlach, T.M., Doukas, M.P., McGee, K.A., Kessler, R., 1998. Three-year decline of magmatic CO₂ emissions from soils of a Mammoth Mountain tree kill: Horseshoe Lake, CA, 1995–1997. *Geophysical Research Letters* 25, 1947–1950.

Giammanco, S., Gurrieri, S., Valenza, M. (2006). Fault-controlled soil CO₂ degassing and shallow magma bodies: summit and lower east rift of Kilauea Volcano Hawaii, 1997. *Pure and Applied Geophysics* 163, 853–867.

Giammanco, S., Gurrieri, S., Valenza, M. (1995). Soil CO₂ degassing on Mt. Etna Sicily during the period 1989–1993: discrimination between climatic and volcanic influences. *Bulletin of Volcanology* 57, 52–60.

González de Vallejo, L. I., García-Mayordomo, J., & Insua, J. M. (2006). Probabilistic seismic-hazard assessment of the Canary Islands. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 96(6), 2040-2049.

Goya Hernández, J. (2017). Fragmentos esféricos en coladas de lava históricas (génesis y tipologías). Trabajo Fin de Grado Universidad de La Laguna. Curso 2016-2017.

Guía Análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial (2011). Chile.

[http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/libro_guia_de_analisis_de_riesgos_naturales_para_el_ordenamiento_territorial .pdf](http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/libro_guia_de_analisis_de_riesgos_naturales_para_el_ordenamiento_territorial.pdf)

Guffanti, M., Mayberry, G. C., Casadevall, T. J., & Wunderman, R. (2009). Volcanic hazards to airports. *Natural hazards*, 51(2), 287-302.

Guillen Martín, C (2012). Volcanismo en ambientes litorales. La Hoya de El Verodal. El Hierro. DEA. Programa Doctorado de la ULL. Bienio 2010-2011. 155 pp.

Harris, A. J. (2015). Basaltic lava flow hazard. In *Volcanic hazards, risks and disasters* (pp. 17-46).

Hernández, P. A., Pérez, N. M., Salazar, J. M., Nakai, S. I., Notsu, K., & Wakita, H. (1998). Diffuse emission of carbon dioxide, methane, and helium-3 from Teide Volcano, Tenerife, Canary Islands. *Geophysical Research Letters*, 25(17), 3311-3314.

Hernández, P., Pérez, N., Salazar, J., Sato, M., Notsu, K., & Wakita, H. (2000). Soil gas CO₂, CH₄, and H₂ distribution in and around Las Cañadas

caldera, Tenerife, Canary Islands, Spain. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 103(1-4), 425-438.

Hernández, P.A., Pérez, N.M., Salazar, J., Reimer, M., Notsu, K., Wakita, H., 2004. Radon and helium in soil gases at Cañadas caldera, Tenerife, Canary Islands, Spain. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 131 (2004), 59–76.

Horwell, C. J., & Baxter, P. J. (2006). The respiratory health hazards of volcanic ash: a review for volcanic risk mitigation. *Bulletin of volcanology*, 69(1), 1-24.

Houghton, B. F., Bonadonna, C., Gregg, C. E., Johnston, D. M., Cousins, W. J., Cole, J. W., & Del Carlo, P. (2006). Proximal tephra hazards: Recent eruption studies applied to volcanic risk in the Auckland volcanic field, New Zealand. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 155(1-2), 138-149.

Ibáñez, J. M., & Carmona, E. (2000). Sismicidad volcánica. Curso Internacional de Volcanología y Geofísica Volcánica, Serie Casa de los Volcanes, 7, 269-282.

Ibarrola, E. (1974). Temporal modification of the basaltic materials from 1971 eruption of the Teneguía Volcano (La Palma, Canary Islands). *Estudios Geológicos*. Volumen Teneguía, 49-58.

ICAO, International Civil Aviation Organization, 2012, Document 9974-ANB/487, "Flight Safety and Volcanic Ash." http://www.icao.int/publications/Documents/9974_en.pdf



Jenkins, S., Komorowski, J. C., Baxter, P. J., Spence, R., Picquout, A., & Lavigne, F. (2013). The Merapi 2010 eruption: An interdisciplinary impact assessment methodology for studying pyroclastic density current dynamics. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 261, 316-329.

Jenkins, S. F., Spence, R. J. S., Fonseca, J. F. B. D., Solidum, R. U., & Wilson, T. M. (2014). Volcanic risk assessment: Quantifying physical vulnerability in the built environment. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 276, 105-120.

Jurado-Chichay, Z., Rowland, S. K., & Walker, G. P. (1996). The formation of circular littoral cones from tube-fed pāhoehoe: Mauna Loa, Hawai'i. *Bulletin of Volcanology*, 57(7), 471-482.

Lain, 2006. Cartografía de Peligrosidad Volcánica de la isla de Tenerife. IGME

Latter, J. H. (1981). Tsunamis of volcanic origin: summary of causes, with particular reference to Krakatoa, 1883. *Bulletin volcanologique*, 44(3), 467-490.

Lipman, P. W., & Moore, J. G. (1996). Mauna Loa lava accumulation rates at the Hilo drill site: Formation of lava deltas during a period of declining overall volcanic growth. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 101(B5), 11631-11641.

Lombardo, D., Ciancio, N., Campisi, R., Di Maria, A., Bivona, L., Poletti, V., ... & Di Maria, G. (2013). A retrospective study on acute health effects due to

volcanic ash exposure during the eruption of Mount Etna (Sicily) in 2002. *Multidisciplinary respiratory medicine*, 8(1), 51.

Longo, B. M., & Longo, A. A. (2013). Volcanic ash in the air we breathe. *Multidiscip Respir Med* 8, 52.

Llorente Isidro, M. (2014). Evaluación cuantitativa de pérdidas por peligros geológicos. Caso del archipiélago de Canarias: Inundaciones, sismicidad y vulcanismo. Tesis Doctoral.

<https://core.ac.uk/download/pdf/148673199.pdf>

López-Bermúdez, Francisco; Recio, José Manuel Rubio; Cuadrat, José María. Geografía física. Cátedra, 1992.

Lockwood, J. P., & Hazlett, R. W. (2010). *Volcanoes Global perspectives*. UK: Willey.

G. Macedonio (1996). Modelling lava flow hazard. F. Barberi, R. Casale (Eds.), *The Mitigation of Volcanic Hazards*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg (1996), pp. 89-95.

Macedonio, G., & Costa, A. (2012). Brief communication. Rain effect on the load of tephra deposits. *Natural Hazards and Earth System Science*, 12(4), 1229-1233.

Macdonald, G. A. (1943): The 1942 eruption of Mauna Loa, Hawaii: *Am. Jour. Sci.*, v. 241, p. 241-256

Manga, M; Carn, S; Cashman, K; Clarke, A... (2017) HOW DO VOLCANOES WORK?. In *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine*.

Volcanic eruptions and their repose, unrest, precursors, and timing. National Academies Press.

Martí, J. (2017, September 06). Assessing Volcanic Hazard: A Review. Oxford Handbooks Online. Ed. Retrieved 26 Oct. 2018, from <http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780190699420.001.0001/oxfordhb-9780190699420-e-32>. Online Publication Date: Sep 2017 DOI: 10.1093/oxfordhb/9780190699420.013.32

Martí J, Aspinall WP, Sobradelo R, Felpeto A, Geyer A, Ortiz R, Baxter P, Cole P, Pacheco JM, Blanco MJ, Lopez C (2008a) A long-term volcanic hazard event tree for Teide-Pico Viejo stratovolcanoes (Tenerife, Canary Islands). *J Volcanol Geotherm Res* 178:543–552

Martí J, Geyer A, Andujar Teixó F, Costa F (2008b) Assessing the potential for future explosive activity from Teide-Pico Viejo stratovolcanoes (Tenerife, Canary Islands). *J Volcanol Geotherm Res* 178:529–542

Martí, J., & Felpeto, A. (2010). Methodology for the computation of volcanic susceptibility: an example for mafic and felsic eruptions on Tenerife (Canary Islands). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 195(1), 69-77.

Martí, J., Ortiz, R., Gottsmann, J., Garcia, A., & De La Cruz-Reyna, S. (2009). Characterising unrest during the reawakening of the central volcanic complex on Tenerife, Canary Islands, 2004–2005, and implications for assessing hazards and risk mitigation. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 182(1-2), 23-33.

Martí, J., Sobradelo, R., Felpeto, A., & García, O. (2012). Eruptive scenarios of phonolitic volcanism at Teide-Pico Viejo volcanic complex (Tenerife, Canary Islands). *Bulletin of Volcanology*, 74(3), 767-782.

Marzol Jaén, M. V., & Máyer Suárez, P. (2012). Algunas reflexiones acerca del clima de las Islas Canarias. *Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje*.

Melián, G., & Pérez, N., & Hernández, P., & Nolasco, D., & Marrero, R., & Fernández, M., & Ramírez, C., & Mora-Amador, R., & Alvarado, G. (2010). Emisión difusa de CO₂ y actividad volcánica en el poás, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, (43), 147-169.

Mezcua, J., E. Buforn, A. Udías, and J. Rueda (1992). Seismotectonics of the Canary Islands, *Tectonophysics* 208, 447–452

Moore, J. G., & Moore, G. W. (1984). Deposit from a giant wave on the island of Lanai, Hawaii. *Science*, 226(4680), 1312-1315.

Nemec, W. (1990). Deltas—remarks on terminology and classification. In *Coarse-grained deltas* (Vol. 10, pp. 3-12). Special Publication 10: International Association of Sedimentologists.

Newhall, C. G., & Self, S. (1982). The volcanic explosivity index (VEI) an estimate of explosive magnitude for historical volcanism. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 87(C2), 1231-1238.

Notsu K., Wakita H., Igarashi G., and Sato T., Hydrogeological and geochemical changes related to the 1989 seismic and volcanic activities of the east coast of the Izu peninsula. *d. Phys. Earth.*, 39, 245-254, 1991



Oliveros, P. (2005). Deep listening: A composer's sound practice. iUniverse. New York.

Ortiz, R. (2000) Introducción a la física de las lavas. En Astiz, M., & García, A. Curso Internacional de Volcanología y Geofísica Volcánica. Excmo. Cabildo de Lanzarote, Lanzarote. pp 61-72.

Ortiz, R. (Ed.). (1996). Riesgo volcánico. Servicio de Publicaciones, Excmo. Cabildo de Lanzarote.

Ossaka J., Ozawa T., Nomura T., Ossaka T., Hirabayashi J., Takeasu A., and Hiyashi T., Variation of chemical compositions in volcanic gases and waters at Kusatsu-Shirane volcano and its activity in 1976. Bull. Icanol., 43,207-216, 1980.

Padrón, E., 2008. Emisión difusa de dióxido de carbono y otros volátiles en el volcán Cumbre Vieja, La Palma, Islas Canarias. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna, 499 pp.

Padrón, E., Hernández, P. A., Toulkeridis, T., Pérez, N. M., Marrero, R., Melián, G., ... & Notsu, K. (2008). Diffuse CO₂ emission rate from Pululahua and the lake-filled Cuicocha calderas, Ecuador. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 176(1), 163-169.

Padrón, E., López, D.L., Magaña, M.I., Marrero, R., Pérez, N.M., 2003. Diffuse degassing and relation to structural flow path at Ahuachapán geothermal field, El Salvador. Transactions of the Geothermal Resources Council 27, 325–330.

Padrón, E., Pérez, N. M., Hernández, P. A., Sumino, H., Melián, G., Barrancos, J., ... & Padilla, G. (2012). Helium emission at Cumbre Vieja volcano, La Palma, Canary Islands. Chemical Geology, 312, 138-147.

Padrón, E., Triguero, M., Cristo Hernández, M., Dionis, S. M., Nolasco, D., Hernández, P. A., & Pérez, N. M (2007). Dinámica de la emisión difusa de CO₂ en el volcán Cumbre Vieja, La Palma, Islas Canarias Dynamics of CO₂ degassing from Cumbre Vieja volcano, La Palma, Canary Islands.

Pérez, N. M., & Hernández, P. A. (2008). La vigilancia volcánica en España: una apuesta crucial para la reducción del riesgo volcánico. El Estudio y la Gestión de los Riesgos Geológicos, Publ. Inst. Geol. Min. España. Ser, 12, 159-174.

Perez-Torrado, F. J., & Fernandez-Turiel, J. L. (2015). Peligros asociados a los depósitos piroclásticos. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 23(1), 59.

Planes Insulares. Cabildo de Tenerife.

<https://www.tenerife.es/planes/PTEOPrevRiesgos/PTEOPrevindex.htm>

Poland, M. P., & Orr, T. R. (2014). Identifying hazards associated with lava deltas. Bulletin of Volcanology, 76(12), 880.

Pomonis, A., Spence, R., & Baxter, P. (1999). Risk assessment of residential buildings for an eruption of Furnas Volcano, Sao Miguel, the Azores. Journal of volcanology and geothermal research, 92(1-2), 107-131.

Press, F., & Harkrider, D. (1966). Air-sea waves from the explosion of Krakatoa. *Science*, 154(3754), 1325-1327.

Pyle, D. M. (2015). Sizes of volcanic eruptions. In *The Encyclopedia of Volcanoes (Second Edition)* (pp. 257-264).

Quintero, A. Evaluación bayesiana de escenarios eruptivos a través del procesamiento de datos sísmicos (Doctoral dissertation, Tesi di Laurea, Grado en Ingeniería Geofísica, Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Caracas, Venezuela (Dec. 2005).

Ramalho, R. S., Quartau, R., Trenhaile, A. S., Mitchell, N. C., Woodroffe, C. D., & Ávila, S. P. (2013). Coastal evolution on volcanic oceanic islands: A complex interplay between volcanism, erosion, sedimentation, sea-level change and biogenic production. *Earth-Science Reviews*, 127, 140-170.

Rees, J. D. (1979). Effects of the eruption of Parícutin Volcano on landforms, vegetation, and human occupancy. *Volcanic activity and human ecology*, 249-292.

Romero, C (1991) Las manifestaciones volcánicas históricas del Archipiélago Canario. Gob Autónomo de Canarias. II Vol. 1391 pp.

Romero, C (2018). Los volcanes y el cura de Yaiza. En Bruquetas de Castro y Delgado López (coord) Teguisse. 600 años de historia (1418-2018). Colección Universidad. Mercurio Editorial

Romero, C. Y Beltrán, E. (2007): La erupción de Arenas Negras, Evolución de un paisaje volcánico Ed. Viceconsejería de Medioambiente del Gobierno de Canarias. Sta. Cruz de Tenerife.

Romero Ruiz, C., & Beltrán Yanes, E. (2015). El impacto de las coladas de 1706 en la ciudad de Garachico. (Tenerife, Islas Canarias, España).

Romero, C; Ibañez, J. Luis, V y Carrión F (2006). Seismic Series Accompanish the 1704-1705 Eruption of Sietefuentes-Fasnia-Arafo and their Effects. *Volcanological and Seismological Implications. Cities on Volcanoes 2006*

Rose, W. I., Bluth, G. J., Schneider, D. J., Ernst, G. G., Riley, C. M., Henderson, L. J., & McGimsey, R. G. (2001). Observations of volcanic clouds in their first few days of atmospheric residence: the 1992 eruptions of Crater Peak, Mount Spurr Volcano, Alaska. *The Journal of Geology*, 109(6), 677-694.

Rose Jr, W. I. (1977). Scavenging of volcanic aerosol by ash: atmospheric and volcanologic implications. *Geology*, 5(10), 621-624.

Rose, W. I., & Durant, A. J. (2009). Fine ash content of explosive eruptions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 186(1-2), 32-39.

Salazar, J. M. L., Hernández, P. A., Melián, G., Galindo, L., Padrón, E., Salazar, P., ... & Pérez, N. M. (2003). Emisiones naturales de CO2 y otros volátiles asociadas a la actividad volcánica en las Islas Canarias.

Schuster R L, Crandell D R (1984) Catastrophic debris avalanche from volcanoes. *Proc. 4th Symposium on Landslides, Toronto, Ont., 1: 567-572*

Scott, W. E. (1989). Volcanic and related hazards. *Volcanic hazards—Short course in geology*, 1, 9-50.

Siebert, L. (1984). Large volcanic debris avalanches: characteristics of source areas, deposits, and associated eruptions. *Journal of volcanology and geothermal research*, 22(3-4), 163-197.

Siebert, L., Glicken, H., & Ui, T. (1987). Volcanic hazards from Bezymianny- and Bandai-type eruptions. *Bulletin of Volcanology*, 49(1), 435-459.

Siebert, L., Simkin, T. y Kimberly, P. (2010). *Volcanes del mundo*. Univ de California Press.

Simkin, T., and Fiske, R.S.(1983). *Krakatau 1883-the volcanic eruption and its effects*, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 1983.

Sobradelo R, Martí J (2010) Bayesian event tree for long-term volcanic hazard assessment: application to Teide-Pico Viejo stratovolcanoes, Tenerife, Canary Islands. *J Geophys Res* 115:B05206.

Sobradelo, R., Martí, J., Mendoza-Rosas, A. T., & Gómez, G. (2011). Volcanic hazard assessment for the Canary Islands (Spain) using extreme value theory. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(10), 2741-2753.

Solana, M.C. & A. Aparicio (1999). Reconstruction of the 1706 Montaña Negra eruption. Emergency procedures for Garachico and El Tanque, Tenerife, Canary Islands. Geological Society of London. Special publication 161. *Volcanoes in the Quaternary*: 209-216.

Solana, C. 2010. Peligros asociados a las erupciones de Tenerife, su impacto y reducción en caso de una erupción futura. *Volcanes: mensajeros*

del fuego, creadores de vida, forjadores del paisaje. *Actas V Semana Científica Telesforo Bravo*. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias.

Sparks, RSJ y Wilson, L. (1976). Un modelo para la formación de ignimbrita por colapso de la columna gravitacional. *Revista de la Sociedad Geológica*, 132 (4), 441-451.

Stevenson, J. A., Mitchell, N. C., Cassidy, M., & Pinkerton, H. (2012): Widespread inflation and drainage of a pāhoehoe flow field: the Nesjahraun, Þingvellir, Iceland. *Bulletin of volcanology*, 74(1), 15-31.

Stolper, E., & Holloway, J. R. (1988). Experimental determination of the solubility of carbon dioxide in molten basalt at low pressure. *Earth and Planetary Science Letters*, 87(4), 397-408.

Thorarinsson, S., & Grayson, D. K. (1979). On the damage caused by volcanic eruptions with special reference to tephra and gases (pp. 125-59). Academic Press.

Thorsteinsson, T., Jóhannsson, T., Stohl, A. y Kristiansen, NI (2012). Altos niveles de partículas en Islandia debido a las emisiones directas de cenizas por la erupción de Eyjafjallajökull y la resuspensión de cenizas depositadas. *Revista de Investigación Geofísica: Tierra Sólida*, 117 (B9).

Ui, T., Kawachi, S., & Neall, V. E. (1986)a. Fragmentation of debris avalanche material during flowage—Evidence from the Pungarehu Formation, Mount Egmont, New Zealand. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 27(3-4), 255-264.



Ui, T., Yamamoto, H., & Suzuki-Kamata, K. (1986)b. Characterization of debris avalanche deposits in Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 29(1-4), 231-243.

UNDRO/UNESCO, 1987. Manejo de emergencias volcánicas. Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el socorro en casos de desastre (UNDRO). Naciones Unidas. Nueva York. 83 pp.

Valentine, G. A., & Gregg, T. K. P. (2008): Continental basaltic volcanoes— processes and problems. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 177(4), 857-873.

Voight, B., Janda, R. J., Glicken, H., & Douglass, P. M. (1983). Nature and mechanics of the Mount St Helens rockslide-avalanche of 18 May 1980. *Geotechnique*, 33(3), 243-273.

Walker, G.P.L. (1973). Explosive volcanic eruption – a new classification scheme. *Geologische Rundschau*, 62, 431-446.

Walker, G. P. L. (1973).b Mount Etna and the 1971 eruption-Lengths of lava flows. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 274(1238), 107-118.

Wentworth, C. K., & Macdonald, G. A. (1953): Structures and forms of basaltic rocks in Hawaii (No. 994). US Govt. Print. Off.

Wilson L (1972) Explosive volcanic eruptions II. The atmospheric trajectories of pyroclasts. *Geophys J Roy Astron Soc* 30(1):381–392

Wilson, T. M., Stewart, C., Sword-Daniels, V., Leonard, G. S., Johnston, D. M., Cole, J. W., ... & Barnard, S. T. (2011). Volcanic ash impacts on critical infrastructure.

Wilson, T. M., Stewart, C., Sword-Daniels, V., Leonard, G. S., Johnston, D. M., Cole, J. W., ... & Barnard, S. T. (2012). Volcanic ash impacts on critical infrastructure. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 45, 5-23.

Williams, H. and McBimey. A.R., 1979. *Volcanology*. Freeman, Cooper and Co., San Francisco, Cahf., 397 pp.

Zobin, V. M. (2012). *Introduction to volcanic seismology* (Vol. 6). Elsevier.

2020

Plan de Actuación Insular
frente al riesgo
volcánico



PAIV



CAPÍTULO 4: ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN



4 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN

4.1	Funciones, semáforo y niveles de emergencia.....	272
4.2	Organigrama de Actuación Local.....	276
4.3	Los Órganos de Dirección	279
4.3.1	El Comité de Dirección	279
4.3.2	La Dirección del PAIV	280
4.3.3	Director Técnico.....	281
4.3.4	El Comité Asesor	282
4.3.5	Gabinete de Información.....	283
4.4	Órganos de Coordinación	285
4.4.1	Centro de Coordinación Operativa Insular. CECOPIN	285
4.4.2	Puesto de Mando Avanzado. PMA.....	287
4.5	Órganos de Acción Operativa	289
4.5.1	Grupo de Seguridad.....	290
4.5.2	Grupo de Logística	292
4.5.3	Grupo de Rehabilitación de Servicios Esenciales	294
4.5.4	Grupo de Apoyo Técnico	296
4.5.5	Grupo Sanitario	297
4.5.6	Grupo de Intervención	299



4.1 Funciones, semáforo y niveles de emergencia

La activación y desactivación del Plan de Actuación Insular estará vinculada al establecimiento de las diferentes situaciones operativas y niveles de emergencia establecidos por el PEVOLCA y, por tanto, tendrá relación con el semáforo de alerta volcánica descrito en el Plan Especial de la Comunidad Autónoma.

Teniendo como base que el riesgo volcánico comprende una serie de acciones a desarrollar en forma secuencial, se ha establecido a nivel internacional un sistema de alerta a la población basado en la selección de cuatro colores. Este semáforo tiene una doble finalidad, en primer lugar informativo de cara a la ciudadanía con el propósito de que ésta adopte comportamientos preventivos y de actuación para afrontar determinados riesgos de origen volcánico. En segundo lugar, este semáforo presenta un componente operativo que es el que articula el presente capítulo del PAIV.

Esta operatividad predefinida por el PEVOLCA¹ se concreta en una serie de situaciones y niveles de emergencia que son los que se definen a continuación:

- Situación de Prealerta². **Semáforo Verde**.
- Situación de Alerta. **Semáforo Amarillo**.

¹ Ver PEVOLCA apartado “3.3 Activación del PEVOLCA”.

² Debe considerarse que la PREALERTA incluye también la situación de normalidad de acuerdo a lo establecido en el PEVOLCA.

- Situación de Alerta Máxima. **Semáforo Naranja**.
- Situación de Emergencia. **Semáforo Rojo**.

➤ **Nivel Insular (0-1)**, Autonómico (2), Estatal (3).

Generalmente, en la planificación tradicional las funciones de cada componente se definen sólo para el momento de la emergencia, es decir para la situación subsecuente al semáforo rojo. Este PAIV, siguiendo las recomendaciones internacionales especifica las funciones de cada órgano y cada grupo de acción obedeciendo a las distintas etapas temporales, que pueden presentarse durante el **ANTES** (**Semáforo Verde**), el **DURANTE** las situaciones de alerta, alerta máxima y emergencia (**Semáforo Amarillo, Naranja y Rojo**) y el **DESPUÉS** de la emergencia (**Semáforo Verde**), siendo este último un espacio temporal fundamental para el fomento de la resiliencia de cualquier territorio, donde se establecen las acciones y funciones de cara a retomar la normalidad tras un episodio eruptivo. Esto tiene un especial interés en el caso del riesgo volcánico, pues una vez finalizados los procesos estrictamente eruptivos pueden presentarse otro tipo de fenómenos (emisiones gaseosas, desgasificación de los materiales, colapsos de delta, desprendimientos del terreno y fracturación de rocas, etc.) que pueden ocasionar nuevos peligros.

Asimismo, las fases anteriormente descritas, se han vinculado con las distintas situaciones operativas del PAIV, definiendo de esta manera las funciones donde el Plan de Actuación Insular presenta su marco competencial fundamental.



La plasmación de las funciones que derivan de cada situación anteriormente descrita (prelerta, alerta, alerta máxima y emergencia) asignadas a los diferentes órganos que conforman la estructura del PAIV, se establecen con carácter genérico para los órganos de Dirección, Apoyo y Coordinación Operativa. No obstante se considera oportuno apuntar en este capítulo las funciones específicas que deberán ejecutar los órganos de Acción Operativa en las diferentes etapas por las que atraviesa la emergencia, coincidentes con las situaciones operativas contempladas por el PEVOLCA.

Así mismo se debe destacar que las acciones descritas para cada situación operativa responden a unos objetivos concretos que se trasponen durante la estructura de todo el capítulo, adaptándose a las diferentes etapas temporales del semáforo volcánico. Es por ello que conviene definir a continuación los objetivos y funciones principales a realizar en cada situación operativa del plan.

Situación de Prelerta. **Semáforo Verde** (ANTES)



En esta situación las instrucciones del PEVOLCA se limitan a definir el conjunto de acciones/funciones que se llevarán a cabo por los diferentes órganos del PAIV como el repaso, divulgación, puesta a punto y ejercitación de todos los procedimientos e instrucciones contemplados por los subplanes que articulan el PAIV.

Es durante esta etapa cuando se han de articular aquellos procedimientos orientados a informar a la población de cara a una posible evacuación preventiva, en caso de incrementarse las señales precursoras y de ser declarada la situación de Alerta.

Cuando ocurre la situación de prealerta, como predicción de procesos eruptivos a medio plazo, deben dirigirse comunicaciones a la población bajo condición de semáforo verde y a los órganos del Plan capaz de inducir un estado de atención y vigilancia sobre las circunstancias que la provocan. Deben llevar implícitas las tareas de preparación con el objeto de disminuir los tiempos de respuesta para una rápida intervención y mantenerse atentos a la recepción de nuevas informaciones.

El Comité Científico determinará la condición que marca el inicio de una actividad volcánica que sugiera un incremento significativo que podría continuar hacia un proceso eruptivo. Para esta situación se prevén dos posibles condiciones, una inicial con una actividad moderada suficiente como para dar inicio a la situación de prealerta, y luego una moderada-creciente que indique una intensificación importante del fenómeno.

Esta situación no supone peligro a la población como para dar orientaciones específicas, por lo que las informaciones a la población se ceñirán a informar de la nueva condición volcánica de prealerta pero que no existen condiciones para tomar acciones de protección.

El Cabildo Insular en coordinación con los ayuntamientos afectados tiene la competencia de la dirección en esta situación.

Situación de Alerta. **Semáforo Amarillo** (DURANTE)



De acuerdo con las determinaciones del PEVOLCA, esta situación debe focalizar sus funciones en los procedimientos encaminados a desarrollar una evacuación de forma ordenada y tranquila, desde el momento en el que se ordene por parte de las autoridades. Por ello las acciones se centralizarán a partir de los procedimientos establecidos en los subplanes de información y comunicación a la población y en los subplanes de



evacuación y albergue. Esto implicará una plena coordinación con los municipios previsiblemente afectados y un estado de alerta y localización de todos los órganos que conforman la estructura organizativa del PAIV.

Los niveles de actividad son lo suficientemente intensos como para comenzar la alerta a la población. Se definen con mayor precisión las zonas de peligrosidad volcánica. Protección Civil evalúa la vulnerabilidad de las zonas de influencia que orienten los planes de evacuación y el desarrollo de la logística.

La declaración de esta situación se remitirá por el CECOES 1-1-2, CECOPINES y CECOPALES, a través de los medios que estimen oportunos los organismos y entidades del Plan. En situación de alerta se establecerán las medidas de prevención y limitación de actividades que se consideren necesarias por parte de las diferentes administraciones canarias.

En esta situación deberán activarse los mecanismos para la actualización de la información e iniciarse las tareas de preparación que permitan disminuir los tiempos de respuesta ante una posible intervención. Se establecerán por parte de los órganos correspondientes las medidas limitativas y prohibitivas para reducir el riesgo volcánico. Asimismo, puede declararse esta situación en caso de erupción volcánica sin riesgo para la población.

Esta etapa del proceso de gestión, el Plan se enfocará hacia preparar la evacuación preventiva.

El cambio a situación de alerta trae consigo la emisión de avisos y comunicados a las instituciones que corresponda y las orientaciones de autoprotección a través de los medios de comunicación, y se hace llegar a las poblaciones de riesgo directo el plan de evacuación previsto y las recomendaciones de cómo actuar.

En esta situación los registros de sismicidad, deformación del terreno y datos geoquímicos advierten de una erupción inminente. El Comité Científico informará a la Dirección del Plan de la necesidad de tomar acciones inmediatas de protección para los habitantes de las zonas determinadas como más probables de recibir impacto. También se declarará esta situación en caso de erupción volcánica sin riesgo para la población.

Situación de Alerta Máxima. **Semáforo Naranja** (DURANTE)



En esta etapa, de manera coordinada con los municipios, deberá ejecutarse la evacuación preventiva y albergue de la población de las zonas previsiblemente afectadas en función de los tiempos que vaya marcando el Comité Científico Técnico del PEVOLCA.

La alerta máxima se realizará con una predicción a muy corto plazo y es una acción que tiene por objeto inducir de forma inmediata al que la recibe a tomar medidas que le protejan de los riesgos o amenazas a los que está expuesto. En esta situación se lleva a cabo la evacuación preventiva de la población, siendo esta situación declarada por el Director/a del PEVOLCA.

En esta situación los registros de sismicidad, deformación del terreno y datos geoquímicos advierten de una erupción inminente. El Comité Científico informará a la Dirección del Plan de la necesidad de tomar acciones inmediatas de protección para los habitantes de las zonas determinadas como más probables de recibir impacto. También se declarará esta situación en caso de erupción volcánica sin riesgo para la población.

La declaración de esta situación se remitirá por el CECOES 1-1-2, CECOPINES y CECOPALES, a través de los medios que estimen los organismos y entidades del Plan.

El cambio a situación de alerta máxima traerá consigo el cambio al semáforo naranja, estando todos los servicios operativos listos, emitiéndose avisos y comunicados a las instituciones que corresponda y orientaciones de autoprotección a través de los medios establecidos por el Gabinete de Información. Se hace llegar a las poblaciones de riesgo directo las órdenes de inicio de la evacuación preventiva si pueden verse afectadas por la erupción.

Los medios de extinción pertenecientes a los Operativos de Incendios Forestales permanecerán en situación de disponibilidad absoluta para hacer frente, en primera instancia, a los incendios que se produzcan.

La población recibirá información permanente a lo largo del día, transmitiéndoles seguridad y permitiendo capacidad de reacción ante el posible cambio de las condiciones, en los lugares establecidos de información y apoyo.

El Cabildo Insular en coordinación con los ayuntamientos afectados tiene la competencia de la dirección de esta situación de alerta máxima a través de sus correspondientes Planes de Emergencias.



Al mismo tiempo, se prepararán y ultimarán las acciones a desarrollar en los distintos planes de contingencia para los servicios públicos esenciales.

Situación de Emergencia. **Semáforo Rojo** (DURANTE)



Producida la erupción, todas las acciones a realizar estarán orientadas a finalizar la evacuación en caso de que aún no haya concluido, y controlar tanto los riesgos directos como los indirectos. Del mismo modo, durante esta situación de emergencia del PEVOLCA se activarán los distintos planes de contingencia de todos los servicios públicos esenciales. Asimismo, durante esta etapa las funciones pueden ir dirigidas a apoyar las acciones requeridas en caso de que la emergencia supere el nivel insular.

Se inicia cuando se confirma la erupción volcánica y ésta supone un riesgo para la población o infraestructuras fundamentales. En el caso de que la erupción volcánica no suponga riesgo para la vida de las personas se mantendrá el semáforo en color naranja situación de alerta máxima o incluso en color amarillo en situación de alerta. Esta situación de extremo riesgo para la vida de las personas requiere de la aplicación inmediata de todos los medios y recursos del Plan. En esta fase se hacen evidentes los procesos eruptivos y la propia salida del material magmático a la superficie. En esta situación se debe haber completado la evacuación de toda la población bajo riesgo, y en caso de que ésta no se haya podido culminar, se procederá a la evacuación obligatoria. El cambio a situación de emergencia traerá consigo el cambio a semáforo rojo. La calificación de los niveles operativos será efectuada por el Director/a del Plan con la información propuesta por el Director/a Técnico. Dicha calificación podrá variar de acuerdo con la evolución de la emergencia.

Situación de Prealerta. **Semáforo Verde** (DESPUÉS)



Una vez la emergencia esté plenamente controlada y no exista condición de riesgo para las personas, esta se dará por finalizada. En esta situación se aplicarán los procedimientos descritos en el plan de rehabilitación de servicios públicos esenciales para la vuelta a la normalidad. Además, se deberá iniciar el procedimiento de realojamiento de la población evacuada, así como la vuelta a la normalidad. Finalmente, en esta etapa se deberán desarrollar las acciones de evaluación de daños y efectos producidos por la emergencia.

Cuando la emergencia esté plenamente controlada y no exista condición de riesgo para las personas, el Director/a del Plan declarará formalmente el fin de la emergencia, sin perjuicio de lo establecido en los puntos anteriores respecto de la desactivación de los diferentes niveles considerados. La declaración de fin de la emergencia no impide, sin embargo, que si es necesario continúe la vigilancia preventiva en el lugar o zona afectada por el accidente y se sigan realizando las tareas reparadoras y de rehabilitación, así como que se mantengan medidas preventivas.

4.2 Organigrama de Actuación Local

En este capítulo se describe la estructura operativa a nivel insular de dirección, coordinación y ejecución del presente **Plan de Actuación Insular** donde se integran los diferentes órganos y grupos que deben actuar de manera organizada y coordinada frente a una situación de emergencia o ante un posible desastre de naturaleza volcánica.

Dependiendo del carácter de las acciones a desarrollar, se pueden identificar y diferenciar labores de dirección, de estudio e investigación, asesoramiento técnico y científico, así como de coordinación. Al mismo tiempo, forman parte de este organigrama aquellos órganos, grupos o agentes, destinados a desarrollar acciones directas en respuesta o atención a la emergencia. A continuación se definen, según PEVOLCA, las principales funciones de estos órganos implicados.

- **Órganos de Dirección:** son aquellos con capacidad ejecutiva y organizativa en el desarrollo de las acciones del Plan.
- **Órganos de Apoyo:** tienen como función principal el estudio y análisis de las situaciones de riesgo, sus circunstancias y la capacidad de respuesta derivada de las actuaciones, asesorando al Director/a al que están vinculados en la toma de decisiones.
- **Órganos de Coordinación Operativa:** se encuentran constituidos por el conjunto de los centros encargados de la gestión de la operación de emergencias, así como de la información generada.

Para el correcto desempeño de estas funciones se requiere de una comunicación continua y eficaz entre la Dirección de la Emergencia y los distintos Grupos de Acción que se integran en el presente Plan.

- **Órganos de Acción:** se encuentran destinados a intervenir directamente en la atención de la emergencia tanto desde el punto de vista operativo y de protección, como desde un punto de vista logístico. El conjunto de estos Órganos de Acción lo constituyen los destinados a afrontar servicios sanitarios, de atención a la ciudadanía, infraestructura y logística, servicios esenciales, así como los derivados de afrontar la intervención ante posibles riesgos derivados.

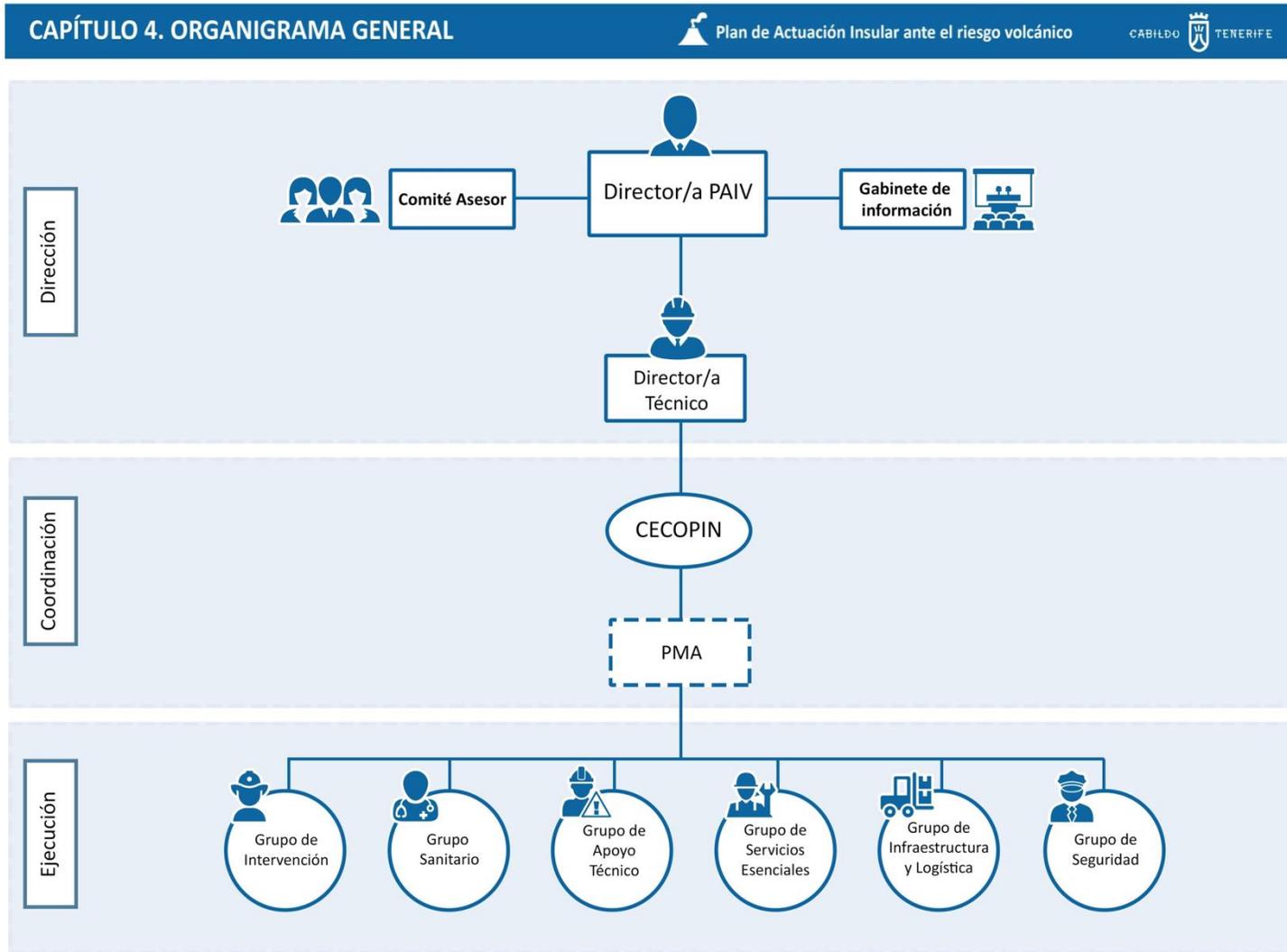
La estructura diseñada en este capítulo se articula siguiendo los órganos anteriormente citados, y tiene como finalidad atender a cualquier emergencia o desastre que pueda materializarse en la isla de Tenerife. El Cabildo dispone de una estructura organizativa y funcional para actuar frente a las emergencias que, además, es altamente compatible a efectos de integración con cualquier otra estructura organizativa superior de protección civil, como es el caso del Plan Territorial de Emergencia de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Canarias (PLATECA) o el Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por Riesgo Volcánico en la Comunidad Autónoma de Canarias (PEVOLCA). Se trata de la estructura definida en el Plan de Emergencias Insular de Tenerife (PEIN). En el caso del PEIN, su estructura organizativa, conocida y probada en el



ámbito de la Corporación Insular, será la utilizada para este plan de actuación, si bien ésta puede modificarse para posibilitar la intervención de nuevos actores dentro la misma al objeto de responder de forma adecuada al riesgo objeto del presente plan.

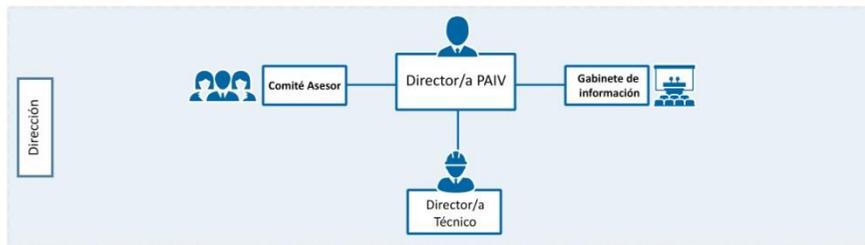
A su vez, en el ámbito de aplicación de cada subplan de los contemplados en el PAIV (evacuación, albergue, comunicación e información, etc.), la estructura organizativa para grupos concretos puede ser desarrollada a partir de esta estructura organizativa general, para atender y adaptarse a funciones concretas asignadas por dicho subplan.





4.3 Los Órganos de Dirección

El órgano de dirección es el responsable de la toma de decisiones en caso de emergencia o desastres y le corresponde ejercer y facilitar la Unidad de Mando del Plan. Las órdenes deben ser generadas en el órgano directivo y transmitidas para su cumplimiento a los restantes órganos.



4.3.1 El Comité de Dirección

El **Comité de Dirección** será constituido por la Dirección del PEVOLCA y estará integrado por las personas representantes del conjunto de las Administraciones Públicas implicadas de manera directa en la gestión de la crisis, especialmente ante la posibilidad del desarrollo de escenarios eruptivos con niveles de peligrosidad y riesgos que supongan la actuación coordinada y colaborativa de las distintas Administraciones.

Al objeto de garantizar el mejor desarrollo de las acciones contempladas en el presente plan de actuación, en el Comité de Dirección del PEVOLCA, se incorporará el Director del PAIV, cuando este comité sea convocado.

Cabe hacer mención también al Comité Insular de Emergencias (CIE), que es un órgano de dirección previsto por el PEIN con el fin de garantizar la coordinación interadministrativa, integrando a los responsables de las diferentes administraciones que intervienen en la gestión de la emergencia. En aplicación del PEVOLCA para la gestión de una crisis volcánica, ya existe un órgano que facilita esta integración para la dirección y coordinación de las acciones que se debe llevar a cabo por cada administración. Dicho órgano es el Comité de Dirección del PEVOLCA.

En aplicación del PAIV, *a priori* no sería necesario establecer un Comité Insular de Emergencia dado que esta función la ejercería directamente el PEVOLCA a través de su Comité de Dirección, evitando la duplicación de órganos de coordinación interadministrativa. No obstante, respetando el principio de autonomía de cada administración, para alguna acción concreta el Director del PAIV podría constituir el CIE si lo estimase necesario. La composición del CIE vendría determinada por las necesidades de coordinación que se presenten en cada caso (por ejemplo, alcaldes de municipios concretos, representantes del Gobierno de Canarias o representantes de la Administración General del Estado, al objeto de coordinar las evacuaciones con ayuda de las policías locales y medios de otras administraciones activadas al efecto, como el Cuerpo General de Policía Canaria, Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado o la Unidad Militar de Emergencias).



4.3.2 La Dirección del PAIV

La Dirección del PAIV será ejercida por la persona física bajo cuya responsabilidad se desarrolle de manera centralizada las labores de coordinación y dirección del conjunto de acciones que sean necesarias al amparo del presente Plan y bajo los condicionantes derivados de los diferentes escenarios eruptivos que se vinculen a la emergencia.

La **Dirección del PAIV corresponde al Presidente del Cabildo Insular de Tenerife**, que puede delegar sus funciones de dirección en los responsables del órgano competente en materia de seguridad y protección civil del propio Cabildo.

En función de las afecciones territoriales derivadas de un proceso eruptivo, así como de las distintas situaciones que se deriven de la emergencia, deberán activarse los distintos Planes de Actuación Municipales que pudieran existir en los municipios afectados, tanto aquellos que actúen como generadores de población evacuada como aquellos municipios que ejerzan funciones de albergue y recepción de dichos evacuados. La activación de los mismos, en actuación coordinada con el presente PAIV, deberá garantizar la prestación de los servicios básicos e inmediatos de apoyo y protección a la ciudadanía.

La ubicación física de la Dirección del PAIV será preferentemente el CECOPIN, siempre que éste disponga de los equipamientos necesarios para el desarrollo eficaz de la dirección global de la emergencia. No obstante, y siempre que el desarrollo de la emergencia lo requiera, el lugar destinado

a albergar las tareas de dirección y coordinación de la emergencia podrá ir variando en base a la evolución del proceso eruptivo y las características del mismo.

Funciones del DIRECTOR DEL PAIV

1	Activar el PAIV comunicándolo a las autoridades, organismos y servicios que corresponda y principalmente al CECOES 1-1-2, de acuerdo con las diferentes situaciones declaradas por la dirección PEVOLCA.
2	Activar la estructura organizativa del PAIV, así como los Grupos de Acción que se precisen, determinando la estrategia general de las operaciones.
3	Nombrar al Director Técnico, así como a los Responsables de cada uno de los Grupos de Acción.
4	Constituir y convocar al Comité Asesor y al Gabinete de Información para facilitar las relaciones con los medios de comunicación social.
5	Dirigir y coordinar la operación de emergencia a través del CECOPIN, así como las medidas a adoptar en cada una de las situaciones existentes.
6	Determinar, coordinar y dirigir el diseño del plan de difusión de información a la población, tanto la de carácter preventivo, como aquella destinada a la adopción de medidas de protección y autoprotección, de acuerdo a la situación y/o nivel en que se encuentre la emergencia.
7	Solicitar medios y recursos no asignados a este Plan en función de los procedimientos de movilización que correspondan, de acuerdo con la información que le suministre el Director/a Técnico.
9	Preparar los medios y recursos necesarios para atender a la posible población afectada, ante la declaración de una evacuación inminente de la misma a zonas seguras, así como de posibles confinamientos.
10	Determinar las medidas a adoptar para proteger los bienes culturales, económicos, de infraestructuras y servicios públicos.



11	Dirigir las tareas de control de las zonas afectadas por posibles peligros volcánicos.
12	Garantizar la asistencia y atención a los damnificados, protección a la población, al medio ambiente, a los bienes y al personal adscrito al PAIV.
13	Mantener comunicación e informar, de modo continuo, al Director del PEVOLCA del funcionamiento del Plan y de la estrategia de operaciones.
14	Desactivar el PAIV cuando no exista condición de riesgo, una vez ejecutadas las acciones encomendadas por el PEVOLCA, comunicándolo a las autoridades, organismos y servicios que corresponda, entre ellos al CECOES 1-1-2.
15	Determinar la desmovilización de los medios y recursos desplazados una vez cumplida su función.
16	Solicitar al Director Técnico del Plan la elaboración de un informe y estado del funcionamiento del PMA, en caso de que se constituya, así como a los responsables de los Grupos de Acción de sus equipos humanos, medios técnicos y recursos.
17	Dirigir la vuelta a la situación de normalidad del CECOPIN, emitiendo o solicitando a la persona responsable un informe sobre el funcionamiento del mismo durante la emergencia.
18	Dirigir las tareas de recuperación y vuelta a la normalidad.
19	Asegurar la eficacia y continua actualización del PAIV en situaciones de no emergencia.
20	Convocar y presidir el Comité Insular de Emergencia (CIE), en el caso de que se constituya.
21	Formar parte del Comité de Dirección del PEVOLCA, así como prestar apoyo al Comité Asesor y Dirección Técnica del plan autonómico, si es requerido y en función del nivel emergencia declarado.
22	Asumir todas las funciones que le asignen las disposiciones reglamentarias que se establezcan.

La persona responsable de dirigir el PAIV actuará en coordinación con el Comité de Dirección del PEVOLCA, especialmente en aquellos casos en los que el proceso eruptivo genere afecciones que requieran de una colaboración interadministrativa.

Así mismo, para garantizar la correcta gestión de la emergencia, **el Director del PAIV contará en todo momento con el apoyo de una persona de perfil técnico que asumirá las funciones de Director Técnico del Plan.** Por defecto, esta persona deberá ser quien normalmente tenga dentro del Cabildo Insular la responsabilidad de asumir el liderazgo técnico en materia de gestión de emergencias.

4.3.3 Director Técnico

El Director Técnico, es el técnico competente con experiencia en emergencias, designado por la Dirección del Plan. Deberá ser personal en plantilla del Cabildo Insular de Tenerife y con formación en materia de Emergencias y Protección Civil.

Tiene la responsabilidad de la adopción de las medidas necesarias para la protección de las personas, animales y/o bienes culturales, económicos, infraestructuras o servicios públicos que requieran del despliegue específico de protección civil.

Funciones del DIRECTOR TÉCNICO

1	Realizar la coordinación operativa de la emergencia.
---	--

2	Dirigir el Puesto de Mando Avanzado (PMA) en los casos que se estime necesaria su constitución.
3	Colaborar con el Comité Científico del PEVOLCA y el Grupo de Apoyo en la valoración continua de la emergencia para conocer los efectos sobre la población afectada, los daños medioambientales, población evacuada, así como para determinar las medidas sanitarias y logísticas oportunas.
4	De acuerdo con la información que aporte el Jefe del Puesto de Mando Avanzado (PMA) y otras fuentes de información sobre la situación actual y evolución previsible de la emergencia, proponer al Director del PAIV la necesidad de adoptar medidas de protección para las personas y en su caso evacuarlas hacia lugares seguros.
5	Proponer al Director del PAIV la necesidad de adoptar medidas de protección de los bienes culturales, económicos, infraestructuras o servicios públicos esenciales.
6	Proponer al Director del PAIV la movilización de medios externos, así como su integración en los Grupos de Acción definidos, en función de la evolución de la emergencia y de acuerdo a la información suministrada por los Grupos de Acción y otras fuentes.
7	Realizar, junto con el Comité Asesor, una valoración continuada de la situación en la que se encuentra la emergencia de acuerdo con la información disponible.
8	Requerir a través del CECOPIN a las empresas de suministro eléctrico y otros servicios esenciales las interrupciones del servicio u otras actuaciones necesarias.
9	Mantener informado al Director del PAIV de Tenerife de la evolución de las tareas que tiene encomendadas.
10	Asesorar al Director del PAIV de Tenerife sobre la conveniencia de decretar el fin de la situación de emergencia con la correspondiente desactivación del Plan.
11	En caso de asumir la función de Jefe del PMA, desarrollará las funciones que éste tiene encomendadas.

El Director Técnico podrá estar ubicado donde se crea más conveniente, en función de la evolución de la emergencia.

4.3.4 El Comité Asesor

El Comité Asesor es un órgano de apoyo y asesoramiento a la Dirección del Plan y estará compuesto por aquellas personas competentes encargadas de aportar soluciones y asesorar de cara a la correcta gestión de la crisis. La designación de los integrantes será responsabilidad de la Dirección. Del mismo modo la convocatoria de este comité corresponderá a la propia Dirección del Plan.

ÓRGANO/GRUPO	COMITÉ ASESOR
RESPONSABLE	La Dirección del Plan.
INTEGRANTES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consejero/a con competencias en materia de Seguridad y Protección Civil. ▪ Representante del Área competente en Protección Civil y Emergencias del Cabildo Insular. ▪ Representante del Consorcio Insular de Bomberos de Tenerife. ▪ Consejeros Insulares que se consideren oportunos. ▪ Responsables de los diferentes Grupos de Acción. ▪ Representantes municipales. ▪ Responsables de Jefaturas de Servicio del Cabildo de Tenerife afectadas por la emergencia (Ej.: Agricultura, Aguas, Carreteras, Planificación, etc.) ▪ Expertos en la gestión de riesgos y el tipo de amenaza. <p>La Dirección del PAIV podrá incorporar a las personas que</p>

ÓRGANO/GRUPO	COMITÉ ASESOR
	<p>considere oportuno, y si fuera el caso a:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Subdelegación del Gobierno en Tenerife. ▪ Delegado de Gobierno en la Comunidad Autónoma de Canarias. ▪ Unidad de Protección Civil de la Delegación/Subdelegación de Gobierno. ▪ Representantes de la Guardia Civil y de la Policía Nacional. ▪ Representación de las empresas de servicios afectadas por la emergencia.

Como parte de este Comité Asesor podrán ser invitados, además de los citados con anterioridad, otros representantes de las distintas administraciones que pudieran ser afectadas por el desarrollo de la emergencia. Así mismo podrán ser convocados para este fin las personas que fueran designadas para actuar como representantes-portavoces del Comité Científico del PEVOLCA.

Funciones del COMITÉ ASESOR

1	Analizar y valorar las situaciones de emergencia de acuerdo a sus conocimientos y experiencia, además de la información que se vaya recabando sobre la emergencia (recursos disponibles, situación de refugios y albergues, estado vías de comunicación, etc.).
2	Asegurar y mantener la coordinación de todos los organismos y administraciones implicadas en la emergencia.
3	Dar apoyo técnico para las decisiones del Director del PAIV.

4	Recabar información del CECOPIN para conformar escenarios y pronósticos a cerca de la situación de riesgo y la emergencia.
5	Actuar como órgano auxiliar y transmitir las órdenes de los órganos de dirección a sus zonas, sectores o área de responsabilidad.
6	Encontrar soluciones técnicas a las demandas surgidas a raíz de la emergencia.
7	Prever la disponibilidad de los medios y recursos de su ámbito competencial.
8	Mantener puntualmente informado al Director del PAIV y al Gabinete de Información de las acciones que se están desarrollando en su ámbito competencial.
9	Evaluar, una vez finalizada la emergencia, la eficiencia de las medidas previstas en el PAIV con el objetivo de alcanzar mayores cotas de eficacia en futuras actuaciones.

Ante la posible constitución de un Consejo Económico por parte del PEVOLCA, el Comité Asesor del PAIV podrá apoyar y colaborar con dicho consejo, encargada de contabilizar los gastos ocasionados debido a la emergencia, así como de asesorar en los procedimientos administrativos de contratación a las diferentes Administraciones. También se encargará de coordinar las reclamaciones correspondientes derivadas de la emergencia.

4.3.5 Gabinete de Información

Es un órgano dependiente directamente de la Dirección del Plan, encargado de recabar, elaborar, difundir y distribuir la información generada por la emergencia. El Gabinete de Información estará dirigido por la persona responsable del Gabinete de Prensa del Cabildo Insular. En

caso de que la dirección del PAIV lo encuentre necesario, podrá designarse de antemano a otra persona para la realización de estas funciones.

ÓRGANO/GRUPO	GABINETE DE INFORMACIÓN
RESPONSABLE	Responsable del Gabinete de Prensa del Cabildo de Tenerife.
INTEGRANTES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Personal del Gabinete de Prensa del Cabildo de Tenerife. ▪ Se podrán incorporar a decisión de la Dirección del Plan, personal del Gabinete de Comunicación del Gobierno de Canarias.

Funciones del GABINETE DE INFORMACIÓN

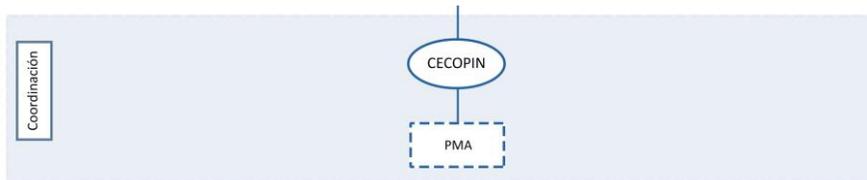
1	Difundir las orientaciones y recomendaciones establecidas por el Director del Plan.
2	Centralizar, coordinar y preparar la información general sobre la emergencia y facilitarla a los medios de comunicación social.
3	Informar sobre la emergencia a cuantas personas u organizaciones lo soliciten a través del Centro de Servicios de Atención al Ciudadano (CSC) del Cabildo Insular de Tenerife.
4	Obtener, centralizar y facilitar toda la información relativa a posibles afectados, facilitando contactos familiares y la localización de las personas.
5	Coordinarse con los distintos servicios públicos esenciales de las diferentes Administraciones con la finalidad de informar sobre: circulación viaria; estado de las carreteras, puertos y aeropuertos, telecomunicaciones; suministro de servicios públicos: agua potable, electricidad, etc.
6	Actuar de forma coordinada con el Gabinete de Prensa del PEVOLCA para intercambiar y homogeneizar la información relativa a la emergencia.

7	Preparar y coordinar la intervención de las autoridades en cualquier momento de la emergencia, para informar a la opinión pública.
8	Actuar como referentes en materia de información para el conjunto de medios de comunicación social que deberán tener en este Gabinete su único nexo de conexión directa con los Órganos de este Plan y con las personas que en ellos se integran para la gestión de emergencias derivadas de la actividad volcánica de la Isla.
9	Elaborar y difundir los avisos a la población para que se adopten, si fuera necesario, medidas de protección de acuerdo con lo establecido en el subplan de información y comunicación a la población.

El Gabinete de Información se constituye como único intermediario autorizado para la transmisión de información durante el desarrollo de la crisis, aportando información veraz y consensuada, tanto a la población, como a los medios de comunicación. En caso de que el PEVOLCA determine la necesidad de activar instrumentos de gestión y coordinación de la crisis dependientes del Gobierno Autónomo de Canarias, el Gabinete de Información previsto en el PAIV replicará la información generada por los órganos de gestión e información activados desde el Gobierno de Canarias. La aportación de cualquier nueva información deberá ser contrastada y consensuada previamente con el Gabinete de Información del PEVOLCA. De esta manera se garantiza la unidad de información y se asegura la veracidad de los contenidos.

El Gabinete de Información estará emplazado según la designación de la persona que dirija el Plan, preferentemente en la sede del Centro Coordinador, contando para el correcto desarrollo de sus funciones de los medios y el soporte técnico que resultaran necesarios.

4.4 Órganos de Coordinación



Son Órganos de Coordinación Operativa los centros encargados de la gestión de la operación de emergencia, así como de la información generada.

De acuerdo con lo establecido en el PAIV estos órganos están constituidos por el Centro de Coordinación Operativa Insular (CECOPIN), así como por el Puesto de Mando Avanzado (PMA) al entenderse éste como un puesto de dirección y coordinación próximo al lugar de la emergencia en el que están representados los responsables de los diferentes Grupos de Acción.

Estos órganos de coordinación insular ejercerán su actuación en continua comunicación con el Centro Coordinador de Emergencias y Seguridad CECOES 1-1-2.

4.4.1 Centro de Coordinación Operativa Insular. CECOPIN

El CECOPIN es el **órgano operativo y de coordinación** dependiente directamente del Cabildo Insular. Desde él se acometen las acciones destinadas a hacer frente al seguimiento y control de la emergencia. El CECOPIN deberá tener una sede física predefinida, dotada y prevista de

cuantos medios fueran necesarios para el correcto desempeño de sus funciones, el desarrollo de la crisis y la evolución de la emergencia pueden justificar cambios en el emplazamiento de este centro. En cualquier caso, el Centro de Coordinación Operativa Insular es un órgano único, no replicable, sea cual fuere el desarrollo de la emergencia.

El CECOPIN contará con las infraestructuras y dotaciones necesarias para la adecuada recepción de alarmas, así como de todas aquellas informaciones en las que la dirección del Plan se apoya durante el proceso de toma de decisiones. La actividad del CECOPIN deberá ser siempre coordinada y en sintonía con el CECOES 1-1-2, así como con los diferentes CECOPAL activados a nivel municipal durante la emergencia.

Desde el CECOPIN deberán establecerse, no sólo las acciones coordinadas para la intervención a escala insular, sino también deberá optimizarse el conjunto de los medios intervinientes en la emergencia, bien sean dependientes del propio Cabildo, como de los Ayuntamientos, Consorcios, o mancomunidades existentes.

ÓRGANO/GRUPO	CENTRO DE COORDINACIÓN INSULAR (CECOPIN)
RESPONSABLE	Dirección del PAIV de Tenerife.
COORDINADOR	Responsable de Protección Civil Insular.
INTEGRANTES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Integrantes del Comité Asesor. ▪ Responsable del Gabinete de Información. ▪ La Sala de Coordinación Operativa (SACOP). ▪ El Centro de Transmisiones (CETRA). ▪ El Centro de Información (CIN).

Funciones del CECOPIN

1	Actuar como Órgano de Coordinación en materia de Protección Civil ante situaciones de emergencia.
2	Conocer el estado de los medios y los recursos tanto propios como ajenos del operativo insular, así como de otros medios asignados al PAIV.
3	Conocer el estado de los medios y recursos de los diferentes sectores disponibles en tiempo real para la resolución de una emergencia.
4	Conocer preventivamente las situaciones comprometidas.
5	Activar los medios y recursos contemplados en el PAIV, con la finalidad de realizar tareas de vigilancia, confirmación e información a petición del Director/a Técnico.
6	Generar avisos inmediatos al CECOES 1-1-2 de las alertas por riesgo volcánico, así como de la movilización de medios realizada.
7	Recoger la información relevante sobre la naturaleza y características y evolución del fenómeno volcánico genera la situación de emergencia.
8	Solicitar al CECOES 1-1-2 la información y los medios necesarios, así como mantenerle informado de la evolución de la emergencia hasta su finalización.
9	Atender las demandas de medios y recursos ajenos por parte de los intervinientes.
10	Ejecutar los procedimientos operativos.
11	Ejecutar las órdenes emanadas de los órganos directivos correspondientes.

Entre las funciones específicas atribuidas al **COORDINADOR del CECOPIN** se encuentran:

1	Dirigir el CECOPIN.
2	Controlar y registrar toda la información relevante generada durante la crisis, así como sintetizar y sistematizar dicha información para transmitirla adecuadamente a los Órganos de Dirección y Coordinación del PAIV.
3	Coordinar la emergencia, siguiendo las premisas marcadas por el Director del PAIV. En caso de que se constituya, dará apoyo al Puesto de Mando Avanzado (PMA) en toda la información y solicitudes que desde allí se demande, descargándolo de parte de la carga de trabajo que se genere.
4	Sintetizar y sistematizar toda la información recogida para transmitirla al PMA, caso de constituirse, en la forma y frecuencia adecuadas.
5	Ser el intermediario entre las distintas entidades y el Director Técnico del PAIV
6	Gestionar y preparar los relevos de medios, así como las zonas previstas para el descanso y avituallamiento de personas y el repostaje de los vehículos y la maquinaria necesaria para las acciones derivadas de la gestión de la crisis.
7	Redactar periódicamente, bajo la supervisión de la Dirección del PAIV, la información necesaria para el Gabinete de Información y elevarla, en su caso, al Comité Insular de Emergencias (CIE).
8	Asesorar al Comité Insular de Emergencia (CIE), en caso de que se constituya.
9	Comprobar constantemente que se cumple el protocolo de actuación.

4.4.2 Puesto de Mando Avanzado. PMA

El Puesto de Mando Avanzado es el centro de mando lo más cercano al lugar de la emergencia (siempre que se reúnan unos mínimos requisitos de seguridad para sus integrantes), desde el que se dirigen y coordinan las actuaciones de los Grupos de Acción, en consonancia con las órdenes dictadas por la Dirección del PAIV. **Su entrada en funcionamiento se realizará siempre que el escenario eruptivo que da lugar a la emergencia así lo justifique.**

En su caso, las características del escenario eruptivo pueden hacer necesaria la entrada en funcionamiento de múltiples PMA, que garanticen la eficacia de la acción coordinada sobre el territorio y su población. El planteamiento operativo de varios Puestos de Mando Avanzados requiere del establecimiento de canales de comunicación específicos que garanticen su acción coordinada. En cualquier caso, el conjunto de los mismos se mantendrá coordinado a través de los Centros Coordinadores de la emergencia (CECOPIN) y la Dirección Técnica del PAIV.

La persona encargada de dirigir y coordinar el Puesto de Mando Avanzado será quien ostente la Dirección Técnica del PAIV. En cualquier caso, el PMA deberá estar próximo al lugar donde se produzca la emergencia. En caso de ser varios, las personas en las que se delegue la dirección de los mismos deberán ser aquellas en quien haya recaído la responsabilidad de gestionar el Grupo de Acción más representativo en la emergencia producida.

El PMA podrá acompañarse de un **Centro de Recepción de Medios (CRM)**, que constituye el centro logístico de recepción, control, almacenamiento y distribución de los recursos y materiales que han de garantizar la plena operatividad de los PMA que se establezcan. Igualmente se encargará de la recuperación de los elementos no consumidos o del material que haya dejado de ser necesario. EL CRM se localizará en áreas exteriores a la zona afectada.

PUESTO DE MANDO AVANZADO (PMA)	
RESPONSABLE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Director Técnico del PAIV.
COLABORADORES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Responsable de cada municipio afectado. ▪ Representante del Grupo de Seguridad. ▪ Representante del Grupo de Logística. ▪ Representante del Grupo Sanitario. ▪ Representante del Grupo de Intervención. ▪ Representante del Grupo de Vigilancia Volcánica (PEVOLCA). ▪ Representante del Grupo de Apoyo Técnico. ▪ Representante del Grupo de Servicios Esenciales.

El PMA tiene asignadas las siguientes **funciones** específicas:

1	Realizar el análisis y seguimiento de la emergencia
2	Dirigir y coordinar las actuaciones de los Grupos de Acción en las zonas de emergencia.
3	Mantener un contacto continuo entre la Dirección Técnica, la Dirección del Plan y los diferentes órganos de coordinación operativa.

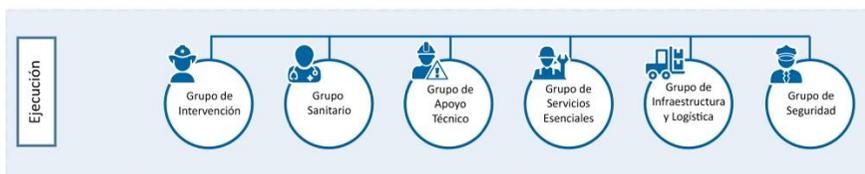


4	Controlar y gestionar los medios actuantes en la emergencia.
5	Mantener informado al CECOPIN sobre la evolución de la emergencia.
6	Velar por la seguridad de las personas y los bienes en la zona siniestrada, en especial del personal asignado al PMA.



4.5 Órganos de Acción Operativa

Para garantizar la correcta ejecución de las acciones previstas en el PAIV se constituyen diferentes Grupos de Acción, con dependencia de la Dirección del PAIV, pero con plena autonomía y responsabilidad en el cumplimiento de sus funciones. Dependiendo de su objetivo en la emergencia para el presente plan se definen como mínimo los siguientes **GRUPOS DE ACCIÓN**:



En el caso de que estos Grupos contaran para el desempeño de sus funciones con medios ajenos al Cabildo Insular³ deberá establecerse de manera previa a la emergencia la forma de movilización de los mismos, así como la línea de mando bajo la cual se ordena la intervención de estos recursos. Cada uno de estos Grupos de Acción deberá contar con un Jefe de Grupo, designado por la Dirección del Plan. Los Grupos de acción actuarán bajo la dirección única del Director del Plan o del Director Técnico a través de sus mandos naturales.

Se podrán definir en función de la emergencia desarrollada, el número de

³ Podrán adscribirse medios y recursos de titularidad ajena al Plan siempre y cuando exista autorización previa o bien se haya firmado un convenio de actuación al respecto.

Grupos de Acción necesarios y sus funciones, teniendo en cuenta que los mandos deberán estar definidos de antemano, así como las funciones de cada uno de ellos.

Los Grupos de Acción se encargan de los servicios operativos ordinarios, y están diseñados para actuar coordinadamente bajo una dirección única, de acuerdo con lo establecido en este PAIV bajo las directrices del PEVOLCA. Para el desarrollo de sus funciones, los Grupos de Acción actuarán coordinados entre sí y con el resto de los servicios, a través del CECOPIN. La actuación de los profesionales en las situaciones de emergencia se caracteriza por formar grupos homogéneos, que operan encuadrados con sus mandos naturales, con diferentes actuaciones ante la emergencia.

Cada grupo deberá tener la capacidad para trabajar de forma autosuficiente y autónoma, cuando sea necesario, durante un plazo determinado. Para ello, deberá disponer de sus propios medios de suministro, abastecimiento y logística, con el fin de reducir la vulnerabilidad de su personal, y garantizar su plena capacidad y autonomía de actuación en una emergencia o desastre.

Para una mayor comprensión de la naturaleza y tipología de las acciones que realizan cada uno de estos grupos de acción, que en función del alcance y evolución de la emergencia claramente tienen un carácter progresivo, se han identificado y ordenado las mismas en función de las diferentes situaciones operativas (semáforo volcánico) establecidas por el PEVOLCA, y que por lo tanto irán marcando el conjunto de actuaciones emprendidas por el Cabildo a través del PAIV.

4.5.1 Grupo de Seguridad

En el ámbito de actuación del PAIV, el Grupo de Seguridad es el responsable de garantizar la seguridad ciudadana, así como el orden público, durante las diferentes etapas y situaciones generadas por una emergencia volcánica. Este Grupo se encuentra integrado por el conjunto de medios materiales y humanos cuya actuación está orientada a garantizar la seguridad de la población, así como el control de las zonas afectadas por la emergencia volcánica y sus accesos. Los medios materiales y humanos con los que cuente este Grupo deberán ponerse a disposición de las tareas de evacuación y confinamiento, o alejamiento de la población, en el caso de que cualquiera de estas acciones resultara necesaria.

ÓRGANO/GRUPO	GRUPO DE SEGURIDAD
RESPONSABLE	A definir por la Dirección del PAIV antes de la emergencia.
INTEGRANTES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guardia Civil. ▪ Policía Nacional. ▪ Cuerpo General de la Policía Canaria. ▪ Policía Local. ▪ Agentes Forestales y de Medio Ambiente.
COLABORADORES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Empresas concesionarias de los servicios de señalización, vallas y grúas. ▪ Empresas de seguridad privada.

El conjunto de estos cuerpos de policía, así como los demás servicios de seguridad y emergencias deberán trabajar de manera coordinada y colaborativa, prestándose apoyo mutuo en el caso que fuera necesario.

En el caso de las policías locales de la Isla, estas deberán proporcionarse la información que sea necesaria para posibilitar la ejecución de acciones eficaces en el contexto de la gestión de la emergencia. En este contexto de trabajo, las policías locales contribuyen a crear y contrastar información de manera colaborativa. El resultado de este esfuerzo deberá ser puesto a disposición de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado en los términos previstos por la legislación.

Las entidades dependientes de la Administración General del Estado deberán ser activadas siguiendo los procedimientos establecidos según el marco legal vigente. El desempeño de sus acciones deberá ceñirse a su marco competencial actuando, además, bajo la tutela y supervisión de sus mandos naturales. Tanto los representantes de estos cuerpos, como los del resto de policías o fuerzas de seguridad integrantes de este Grupo podrán ser incorporados a los Puestos de Mando Avanzado, en caso de establecimiento de los mismos.

Funciones del Grupo de Seguridad



ANTES	Participar en los ejercicios de adiestramiento y simulacros orientados a una posible evacuación, activación de albergues, supervisión de medios y recursos, sistema de control y diseño de rutas de evacuación.
	Recabar información sobre el estado de las carreteras y vías públicos y privadas que puedan ser utilizadas durante la evacuación o para garantizar la eficacia de acciones concretas de respuesta ante la emergencia.
	Participar en la difusión de avisos a la población.



DURANTE Situaciones de ALERTA Y ALERTA MÁXIMA	Apoyo en a la Dirección del PAIV en la evacuación.
	Valorar el nivel de seguridad de la población afectada, así como de los diferentes Grupos Operativos del PAIV, e informar sobre ello a la Dirección del Plan.
	Revisar el estado de los puntos de recogida y de encuentro antes de la evacuación.
	Garantizar la seguridad Ciudadana y custodiar los bienes públicos y privados de las posibles zonas afectadas por la emergencia, especialmente si llegara a producirse la evacuación de personas.
	Apoyar al Grupo de Logística en las tareas de evacuación, especialmente cuando la evacuación se obligatoria.
	Controlar el tráfico para la evacuación en aquellos puntos donde se prevea un aumento considerable de la circulación, como consecuencia de la emergencia producida.
	Balizar la zona de alerta, controlando los accesos a la misma y cerrando el área de intervención a personas no autorizadas.

	Mantener la red vial en condiciones adecuadas para su uso durante la emergencia, señalizando los tramos de carreteras deteriorados y estableciendo rutas alternativas que permitan reordenar el tráfico.
	Siempre que fuera necesario, colaborar con las autoridades en la evacuación de la población, o en cualquier acción que implique el desplazamiento de un gran número de personas.
	Reconocer la zona de operaciones, en apoyo a los otros Grupos, para la evaluación de daños y el seguimiento de las actuaciones.
	Garantizar la seguridad ciudadana en centros de filiación y albergues.
	Colaborar en la organización de los puntos de recogida de evacuados para su posterior traslado.
	Cualquier otra función que se incluya dentro de su ámbito competencial específico.



DURANTE Situación de EMERGENCIA	Continuar con las labores establecidas para las situaciones de Alerta y Alerta máxima.
	Facilitar la evacuación urgente de personas en peligro.
	Apoyar las funciones definidas en el Plan Estatal en caso de activación del mismo
	Apoyar al Grupo de Intervención en las acciones de búsqueda, rescate y salvamento de personas.
	Proceder, llegado el caso, en función de sus competencias, a la identificación de cadáveres y víctimas.



DESPUÉS de la EMERGENCIA	Evaluar la eficiencia de las medidas de comunicación e información previstas en el PAIV con el objetivo de alcanzar mayores cotas de eficacia en futuras actuaciones.
	Colaborar en la supervisión de la realización de un inventario descriptivo de los bienes y servicios afectados durante la emergencia para recuperarlos y reducir su vulnerabilidad ante posibles nuevas emergencias.
	Elaborar informes, inventarios y diagnóstico relativos a las funciones designadas en el PAIV.
	Informar a la población respecto a las medidas de vuelta a la normalidad.

Un aspecto a considerar vinculado al Grupo de Seguridad es que, en función del desarrollo del fenómeno, este grupo deberá seguir actuando incluso después de finalizado el proceso eruptivo. Por ejemplo, a través del cierre de zonas por emisiones de gases, la vigilancia y control de accesos a zonas determinadas donde aún exista riesgo, etc.

4.5.2 Grupo de Logística

Es el grupo encargado de las acciones encaminadas a la evacuación, movilización y desmovilización, el abastecimiento, avituallamiento, albergue, reposición de medios materiales de los grupos de intervención y al apoyo en el traslado de la población que se encuentre en zona de riesgo y a su alojamiento adecuado en lugares seguros.

ÓRGANO/GRUPO	GRUPO DE LOGÍSTICA
RESPONSABLE	A definir por la Dirección del PAIV antes de la emergencia.
INTEGRANTES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Empresas de movilidad de ámbito insular (TITSA y Metropolitano de Tenerife, S.A.) ▪ Personal, medios e instalaciones del Cabildo de Tenerife. ▪ Servicios Sociales del Cabildo de Tenerife (IASS) y personal técnico de esta especialidad dependiente de otras Administraciones Públicas. ▪ Servicios de Protección Civil y Emergencias de otras entidades y administraciones, previstas por el PEVOLCA. ▪ Cualquier otra entidad, organismo, empresa o institución con recursos sociales aplicables.
COLABORADORES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Área de Deportes del Cabildo Insular de Tenerife. ▪ Cruz Roja y otras ONGs reconocidas por la dirección del PAIV. ▪ Voluntariado de Protección Civil.

El Grupo de Logística tiene dos clases de funciones:

- **Funciones Logísticas:** Provisión de todos aquellos medios que tanto la Dirección del Plan como los diferentes Grupos de Acción requieran para el cumplimiento de sus respectivas misiones.
- **Funciones de Asistencia Social:** Aquellas acciones encaminadas a garantizar el albergue y la asistencia social a la población evacuada.

La disponibilidad de medios y recursos serán asignados según la prioridad en la intervención, así como la capacidad profesional de sus integrantes. En



cuanto a la provisión de medios destinados a los diferentes Grupos de Acción, se procurará impulsar las capacidades de cada grupo, de manera que cada uno de ellos cuente con los recursos suficientes como para actuar de manera autosuficiente y autónoma siempre que resultara necesario.

Funciones del Grupo de Logística



ANTES	Participar en los ejercicios de adiestramiento y simulacros orientados a una posible evacuación, activación de albergues, supervisión de medios y recursos, sistema de control y diseño de rutas de evacuación.
	Conocer las especificidades del Subplan de Evacuación del PAIV. (Procedimientos de evacuación, puntos de recogida y encuentro, etc.).
	Conocer las especificidades del Subplan de Asistencia y Albergue a la población del PAIV.
	Conocer los centros de albergue inventariados en el PAIV así como identificar otros posibles locales aptos para poder albergar a la población de manera temporal.
	Identificar y prever posibles equipamientos, suministros y medios necesarios para su posterior uso en caso de emergencia.
	Identificar posibles zonas de operaciones y los centros de distribución que sean necesarios.
	Participar en la difusión de avisos a la población con la ayuda y colaboración del Grupo de Seguridad.



DURANTE Situaciones de ALERTA Y ALERTA MÁXIMA	Informar al CECOPIN de las operaciones en curso y la viabilidad de las que se programen.
	Coordinación y dirección de la evacuación con el apoyo del Grupo de Seguridad.
	Colaborar con el CECOPIN para determinar los equipamientos, suministros y medios necesarios para atender a la población.
	Apoyar al Grupo de Intervención en especial en lo relativo al apoyo del Centro de Recepción de Medios (repostaje, avituallamiento, albergue, reposición de medios materiales, etc.).
	Establecer las zonas de operaciones y los centros de distribución que sean necesarios.
	Junto con el Grupo de Seguridad, velar por la protección de la población afectada (evacuación, rutas de evacuación, puntos de recogida, confinamiento, alejamiento o autoprotección) de acuerdo con las directrices establecidas por la Dirección Técnica del Plan.
	Determinar el equipamiento, los suministros y los medios que se necesiten para atender a la población.
	Aportar al resto de Grupos de Acción el apoyo logístico y los suministros necesarios para garantizar el correcto desarrollo de sus funciones.
	Organizar la evacuación, el transporte y el albergue de la población afectada conforme a los procedimientos establecidos.
	Garantizar y resolver los problemas de abastecimiento de agua potable y alimentos, así como la organización de la intendencia.
	Atender a la población que se haya quedado aislada.
	Propiciar apoyo a las personas afectadas.
	Gestionar y controlar los movimientos de personas derivados de desplazamientos generados con motivo de la emergencia.
Prestar atención a los grupos críticos que puedan existir en la emergencia: personas con movilidad reducida o dependientes, personas enfermas o que requieran de asistencia médica o tratamiento, embarazadas, menores de edad, etc.	

	En caso de que fuera necesario, organizar el albergue y el avituallamiento del personal interviniente.
	Prestar apoyo a las comunicaciones.



DURANTE Situación de EMERGENCIA	Continuar con las labores recogidas en las situaciones de Alerta y Alerta máxima.
	Apoyar la evacuación urgente de personas en peligro, que no hayan sido evacuadas en las etapas anteriores.
	Propiciar asistencia social a los afectados por el desastre
	Apoyar las funciones definidas en el Plan Estatal en caso de activación.



DESPUÉS de la EMERGENCIA	Revisar y evaluar la eficiencia de las medidas logísticas desarrolladas en el PAIV durante crisis previas con el objetivo de alcanzar mayores cotas de eficacia en futuras actuaciones.
	Elaborar informes, inventarios y diagnóstico relativos a las funciones designadas en el PAIV.
	Apoyar en posibles tareas de limpieza en las áreas afectadas por la emergencia.
	Apoyar en las labores e indicaciones a la población para la vuelta a la normalidad.

4.5.3 Grupo de Rehabilitación de Servicios Esenciales

El Grupo de Rehabilitación de Servicios Esenciales es el encargado de recuperar el funcionamiento de los servicios que prestan suministros básicos cuya interrupción resulte crítica, si por causa de una emergencia o

desastre se produce una distorsión en el funcionamiento normal de los mismos.

Estos servicios esenciales, que se especifican con detalle en el Capítulo 5 de este Plan, comprenden los suministros de agua potable, energía eléctrica y combustibles, el mantenimiento de las carreteras y demás vías de comunicación, la operatividad de las redes de telefonía y saneamiento de aguas residuales, así como la continuidad de los servicios de limpieza y gestión de residuos; éstos no solo permiten atender las necesidades más perentorias de la sociedad sino que, a su vez, dan soporte a otros servicios básicos para la población, entre ellos, los prestados en los centros sanitarios, los suministrados a través de los centros de distribución minorista de alimentos, así como los que puedan proveerse desde los centros de seguridad y/o emergencias.

ÓRGANO/GRUPO	GRUPO DE REHABILITACIÓN DE SERV. ESENCIALES
RESPONSABLE	A definir por la Dirección del PAIV antes de la emergencia.
INTEGRANTES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Personal técnico del Cabildo de Tenerife en materias de Carreteras, obras e infraestructuras. ▪ Personal, medios y recursos del Cabildo de Tenerife en materia de gestión de residuos. ▪ Personal, medios y recursos de los Servicios del Cabildo de Tenerife vinculados con el patrimonio y mantenimiento de las instalaciones e infraestructuras cuya titularidad corresponde a la Corporación Insular. ▪ Personal, medios y recursos de aquellas entidades y empresas privadas con titularidad o responsabilidad de

ÓRGANO/GRUPO	GRUPO DE REHABILITACIÓN DE SERV. ESENCIALES
	<p>gestión de servicios esenciales (transporte y suministro de energía eléctrica, distribución de agua potable, saneamiento, mantenimiento de las comunicaciones y de telefonía, etc.).</p> <ul style="list-style-type: none"> Personal, medios y recursos de otras administraciones, contempladas en el PEVOLCA.
COLABORADORES	<ul style="list-style-type: none"> Consejo Insular de Aguas de Tenerife. Personal técnico de los Ayuntamientos de los municipios afectados. Personal, medios y recursos de las demás Administraciones Públicas en materia de Obras Públicas si fuera necesario y bajo petición de la dirección del PAIV.

Funciones del Grupo de Rehabilitación de Servicios Esenciales



ANTES	Participar en los ejercicios de adiestramiento y simulacros derivados de la implantación del PAIV.
	Organizar la estrategia de protección ante los posibles fallos en los servicios tomando en cuenta los escenarios proporcionados por la Dirección del Plan.
	Conocer las especificidades del Subplan de rehabilitación de Servicios Públicos Esenciales.
	Identificar aquellas compañías/empresas que sean susceptibles de colaborar durante la emergencia para recuperar el funcionamiento de los servicios esenciales.

	Realizar las evaluaciones o valoraciones del estado de seguridad de edificaciones y bienes inmuebles, infraestructura, redes viarias, instalaciones, construcciones y obras que pudieran ser afectadas por un desastre.
--	---



DURANTE Situaciones de ALERTA Y ALERTA MÁXIMA	Valorar el estado de los servicios básicos e informar al respecto a la dirección del PAIV.
	Reestablecer los servicios esenciales cuando resulten afectados.
	Coordinar las acciones requeridas a fin de dar apoyo a las necesidades de los grupos de intervención.
	Coordinar las acciones requeridas a fin de restablecer los servicios esenciales a los municipios afectados o bajo riesgo, y a las zonas de albergue.



DURANTE Situación de EMERGENCIA	Destinar los recursos y medios necesarios para restituir los posibles daños que se produzcan durante la emergencia, así como establecer las prioridades que se determinen, en especial con respecto a instalaciones críticas y centros de atención especializados; acopio, distribución y refrigeración de alimentos; distribución de agua; centros de coordinación; estaciones de telefonía; puertos y aeropuertos, generación y/o distribución eléctrica, mantenimiento de las vías insulares y carreteras, etc.
---------------------------------------	--



	Evaluar los daños producidos, así como los que pudieran llegar a producirse y la viabilidad de las operaciones necesarias para corregir o mitigar estos daños.
--	--



DESPUÉS de la EMERGENCIA	Continuar con las labores de rehabilitación de los servicios esenciales tras la emergencia.
	Elaborar informes, inventarios y diagnóstico relativos a las funciones designadas en el PAIV.
	Evaluar la eficiencia de las medidas de rehabilitación desarrolladas durante la activación del PAIV con el objetivo de alcanzar mayores cotas de eficacia en futuras actuaciones.
	Apoyar en las labores e indicaciones a la población para la vuelta a la normalidad.
	Realizar las evaluaciones o valoraciones del estado de seguridad de edificaciones y bienes inmuebles, infraestructura, redes viarias, instalaciones, construcciones y obras afectadas tras la emergencia.

Los medios materiales que moviliza el Grupo de Rehabilitación de Servicios Esenciales son los propios del Cabildo de Tenerife en aplicación del PAIV, aquellos que determine el PEVOLCA, así como aquellos medios especiales, de todas las entidades titulares o responsables de la gestión de servicios de esenciales, así como de los colegios profesionales y demás empresas privadas que deben colaborar en aplicación del Plan.

4.5.4 Grupo de Apoyo Técnico

El Grupo de Apoyo Técnico es el responsable de facilitar los mecanismos de información para la toma de decisiones de la Dirección Técnica, evaluando la situación y planteando posibles evoluciones de la emergencia. Este grupo se constituirá en el Centro de Coordinación (CECOPIN), o bajo el criterio de la Dirección Técnica y complementará a los restantes grupos de acción con cuadros técnicos necesarios para la correcta gestión de las tareas encomendadas al PAIV.

ÓRGANO/GRUPO	GRUPO DE APOYO TÉCNICO
RESPONSABLE	Técnico especialista designado por la Dirección del PAIV.
INTEGRANTES⁴	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Representantes del Comité Científico del PEVOLCA. ▪ Representante de INVOLCAN. ▪ Técnicos forestales, especialistas en extinción de incendios forestales, pertenecientes al Cabildo de Tenerife. ▪ Técnicos del Área de Turismo del Cabildo de Tenerife. ▪ Técnicos del Área de Ganadería del Cabildo. ▪ Técnicos del IASS. ▪ Técnicos especialistas en protección civil. ▪ Técnicos especialistas en gestión cartográfica y Sistemas de Información Geográfica (SIG). ▪ Consejo Insular de Aguas de Tenerife

⁴ Durante la implantación del Plan deberán establecerse los acuerdos necesarios con las diferentes instituciones y organismos que pudieran resultar competentes de cara al establecimiento de una relación de expertos que pudieran formar parte de este Grupo de Apoyo Técnico.

ÓRGANO/GRUPO	GRUPO DE APOYO TÉCNICO
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Especialistas en meteorología. ▪ Capitanía Marítima y Autoridad Portuaria. ▪ Técnicos de Aviación Civil.
COLABORADORES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Otros especialistas en función de la situación de la emergencia y las necesidades derivadas de la misma.

Funciones del Grupo de Apoyo Técnico



ANTES	Conocer su designación, así como los contenidos fundamentales del PAIV, así como sus funciones específicas.
	Participar en los ejercicios de adiestramiento y simulacros derivados de la implantación del PAIV.



DURANTE Situaciones de ALERTA Y ALERTA MÁXIMA	Evaluar la situación y establecer predicciones sobre la posible evolución de la emergencia y sus consecuencias.
	Recabar información vulcanológica precisa para el Director Técnico.
	Recabar información meteorológica y ambiental precisa para la Dirección Técnica.
	Analizar la vulnerabilidad de la población, bienes, etc. frente a los posibles efectos de la emergencia.
	Elaborar los informes técnicos necesarios para la Dirección del Plan.



DURANTE Situación de EMERGENCIA	Continuar con las labores establecidas en la etapa anterior
	Analizar los daños y elementos vulnerables expuestos durante la emergencia y proponer soluciones a la dirección del PEVOLCA.
	En caso necesario apoyar las funciones definidas en el Plan Estatal.



DESPUÉS de la EMERGENCIA	Evaluar la eficiencia de las medidas previstas en el Plan con el objetivo de alcanzar mayores cotas de eficacia en futuras
	Realizar un seguimiento de la emergencia una vez desactivado el PAIV y monitorizando la situación posteruptiva.
	Proponer a la Dirección del Plan medidas y acciones para informar a la población de la situación posteruptiva y la vuelta a la normalidad.

4.5.5 Grupo Sanitario

Se encuentra constituido por el conjunto de medios materiales y humanos destinados a prestar asistencia sanitaria a las personas afectadas por la emergencia, especialmente en primeros auxilios, clasificación y control de personas en función de necesidades asistenciales, transporte sanitario y todas aquellas medidas destinadas a la protección de la población y a la

prevención de la salud pública. El ámbito de actuación del Grupo Sanitario es el área inmediata a la zona afectada en cuanto a la recepción y atención de los heridos, así como toda el área afectada y sus áreas de influencia, al ser estos espacios de trabajo necesarios para garantizar la restauración y el mantenimiento de la salud pública.

ÓRGANO/GRUPO	GRUPO SANITARIO
RESPONSABLE	Técnico sanitario designado por la Dirección del Plan
INTEGRANTES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Servicio Canario de Salud. ▪ Servicio de Urgencias Canario (SUC). ▪ Servicios Asistenciales (sociales o sociosanitarios) y/o hospitalarios dependientes del Cabildo Insular, así como de la Comunidad Autónoma y los Ayuntamientos de la Isla. ▪ Cruz Roja. ▪ Empresas de transporte sanitario.
COLABORADORES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instituciones sanitarias permanentes.

Como medios especiales, este Grupo podrá contar con la red privada de transporte sanitario y con los centros asistenciales privados de Tenerife, si así se estima necesario por las autoridades.

Funciones del Grupo Sanitario



ANTES	Participar en los ejercicios de adiestramiento y simulacros derivados de la implantación del PAIV.
	Organizar la estrategia sanitaria teniendo en cuenta los escenarios proporcionados por la Dirección del Plan de cara a una posible erupción.
	Identificar aquellos materiales médicos necesarios de cara a afrontar los distintos tipos de peligros volcánicos (gases, cenizas, etc.).
	Recopilar toda la información posible de cara a facilitar la identificación y el seguimiento de las personas asistidas.
	Desarrollar medidas preventivas de carácter médico.
	Colaborar en la información a la población afectada, sobre normas de conducta en situaciones derivadas de la emergencia (confinamiento, etc.).



DURANTE SITUACIONES DE ALERTA Y ALERTA MÁXIMA	Valorar e informar acerca de la situación sanitaria del área afectado, así como los riesgos sanitarios que deriven de la emergencia.
	Analizar la viabilidad de las intervenciones sanitarias a realizar en el contexto de la emergencia.
	Clasificación y triage de las personas afectadas.
	Identificación y delimitación de un área de socorro, en condiciones adecuadas y seguras, cercana a la emergencia y consensuada con la Dirección Técnica del Plan.
	Prestar asistencia sanitaria en los albergues de emergencia.
	Realizar la inspección sanitaria de la población ilesa que haya sido



	evacuada y alojada en albergues de emergencia.
	Gestionar la cobertura de las necesidades farmacéuticas de la población afectada por el desastre.
	Establecer dispositivos médicos y sanitarios y coordinar estos recursos con los centros asistenciales para el traslado y la recepción adecuada de las posibles personas heridas procedentes de la zona siniestrada.
	Controlar las condiciones higiénicas sanitarias y los posibles brotes epidemiológicos como consecuencia de los efectos de la propia emergencia.



DURANTE Situación de EMERGENCIA	Continuar con las labores recogidas en la anterior etapa.
	Prestar asistencia sanitaria de urgencia a la población que haya resultada herida en la zona de intervención.
	Estabilización y evacuación de personas heridas.
	Colaborar llegado el caso en la identificación de los fallecidos.
	Apoyar las funciones definidas en el Plan Estatal en caso de activación de este.



DESPUÉS de la EMERGENCIA	Evaluar la eficiencia de las medidas previstas en el plan con el objetivo de alcanzar mayores cotas de eficacia en futuras actuaciones.
	Realizar un seguimiento de los afectados una vez desactivado el PAIV.
	Elaborar informes, inventarios y diagnóstico relativos a las funciones designadas en el PAIV.
	Establecer recomendaciones médicas en el proceso de vuelta a la normalidad en aquellas áreas afectadas por la emergencia.

El Grupo Sanitario será el responsable de la asistencia sanitaria a la población de Tenerife afectada por la emergencia, en cualquiera de las etapas (situaciones operativas) de gestión de la emergencia previstas por el PEVOLCA, para lo cual deberá garantizar la actuación coordinada y eficaz de todos los recursos sanitarios, públicos y privados, existentes en la isla.

4.5.6 Grupo de Intervención

El Grupo de Intervención lo constituyen el conjunto de los medios materiales y humanos que actúan de forma directa sobre la emergencia producida. En él se integra el personal profesional y también voluntarios con una formación mínima adecuada. Las distintas unidades que pudieran intervenir en la emergencia formando parte de este grupo actuarán bajo las órdenes de sus respectivos mandos naturales.

ÓRGANO/GRUPO	GRUPO DE INTERVENCIÓN
RESPONSABLE	Designado por la Dirección del PAIV.
INTEGRANTES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consorcio de Bomberos de la Isla de Tenerife. ▪ Servicios de Extinción de Incendios Forestales del Cabildo Insular de Tenerife. ▪ Unidades de extinción del Parque Nacional del Teide. ▪ Área de Carreteras del Cabildo de Tenerife. ▪ Grupo de Emergencias y Salvamento de Canarias (GES). ▪ Unidad Militar de Emergencias (UME).⁵ ▪ Salvamento Marítimo. ▪ Capitanía Marítima y Autoridad Portuaria.

⁵ La UME será activada de acuerdo a los procedimientos establecidos para ello.

ÓRGANO/GRUPO	GRUPO DE INTERVENCIÓN
COLABORADORES	<ul style="list-style-type: none"> Voluntarios reconocidos como tales por la Dirección General de Seguridad y Emergencias del Gobierno de Canarias. Medios especiales de carácter privado de intervención general, tal como maquinaria pesada y de obras, o bien equipos privados específicos de rescate y salvamento. Otros especialistas en rescate bajo petición directa del Director del PAIV.

El Grupo de Intervención contará con un **Jefe de Operaciones** designado por la dirección del PAIV, además si la emergencia lo demanda se incorporarán como integrantes a este grupo las siguientes figuras:

- Especialista en incendios forestales
- Coordinador de medios aéreos, en el caso de que fuera necesaria su intervención.
- Distintos medios aéreos en el caso de que fuera necesarios.

Funciones del Grupo de Intervención



ANTES	Participar en los ejercicios de adiestramiento y simulacros derivados de la implantación del PAIV.
	Establecimiento de medidas de prevención para la reducción de la vulnerabilidad de edificaciones, así como otros riesgos tecnológicos asociados (instalaciones de gas, electricidad, agua, etc.).



DURANTE Situaciones de ALERTA Y ALERTA MÁXIMA	Rescate y salvamento de posibles personas en situación de riesgo.
	Colaboración en las tareas de evacuación de la población en zonas de riesgo.
	Valorar el estado de la emergencia e informar en tiempo real al Director Técnico del Plan.
	Evaluación de daños y análisis de la viabilidad para la realización de operaciones de cara a la recuperación de afecciones.
	Limpieza y retiradas de cenizas sobre estructuras que puedan desplomarse.
	Estabilización de estructuras.
	Realización de actuaciones encaminadas al encauzamiento y control de flujos lávicos.
	Reparación urgente de vías de comunicación afectadas.
	Extinción de incendios forestales derivados de la actividad volcánica.
Control de riesgos indirectos.	



DURANTE situación de EMERGENCIA	Continuar con las labores recogidas en la etapa anterior.
	Búsqueda, rescate y salvamento de las personas y bienes afectados por la emergencia.
	Apoyo a las funciones definidas en el Plan Estatal en caso de activación del mismo.



DESPUÉS de la EMERGENCIA	Evaluar la eficiencia de las medidas previstas en el Plan con el objetivo de alcanzar mayores cotas de eficacia en futuras actuaciones.
	Elaborar informes, inventarios y diagnóstico relativos a las funciones designadas en el PAIV.
	Vigilar los riesgos latentes una vez finalizada la emergencia.
	Apoyar en las acciones necesarias para la vuelta a la normalidad de las áreas afectadas por la emergencia.

Por otra parte, este Grupo es el responsable de ejecutar las acciones de auxilio a la población afectada, efectuando las operaciones de búsqueda, socorro, rescate y salvamento. Las acciones de este grupo son tan extensas y variadas como lo son las situaciones de emergencia que pueden desencadenarse a causa de los numerosos peligros volcánicos (Ver Capítulo 3. Evaluación de riesgos).

Este Grupo ejecutará todas aquellas medidas necesarias para reducir y controlar los efectos de la emergencia, combatiendo directamente la causa que la produce y actuando, preferentemente, en aquellos puntos que requieren una acción inmediata por concurrir en ellos circunstancias que facilitan su evolución o propagación.