

2020

Plan de Actuación Insular
frente al riesgo
volcánico



PAIV



CAPÍTULO 2: ÁMBITO GEOGRÁFICO



2 ÁMBITO GEOGRÁFICO

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

En tramitación



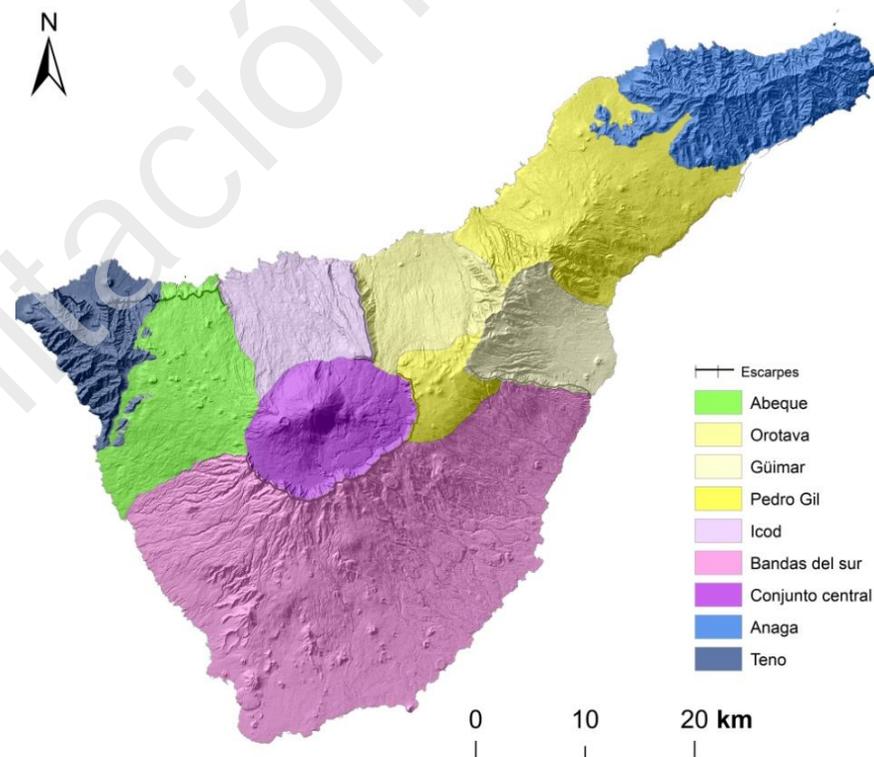
2.1 Situación y topografía

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



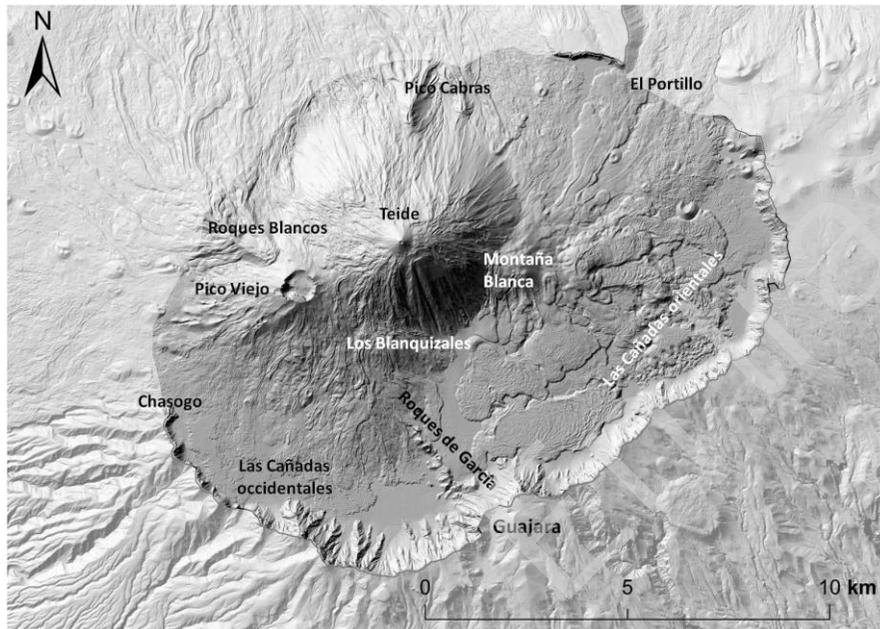
Fuente: Elaboración propia

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°.

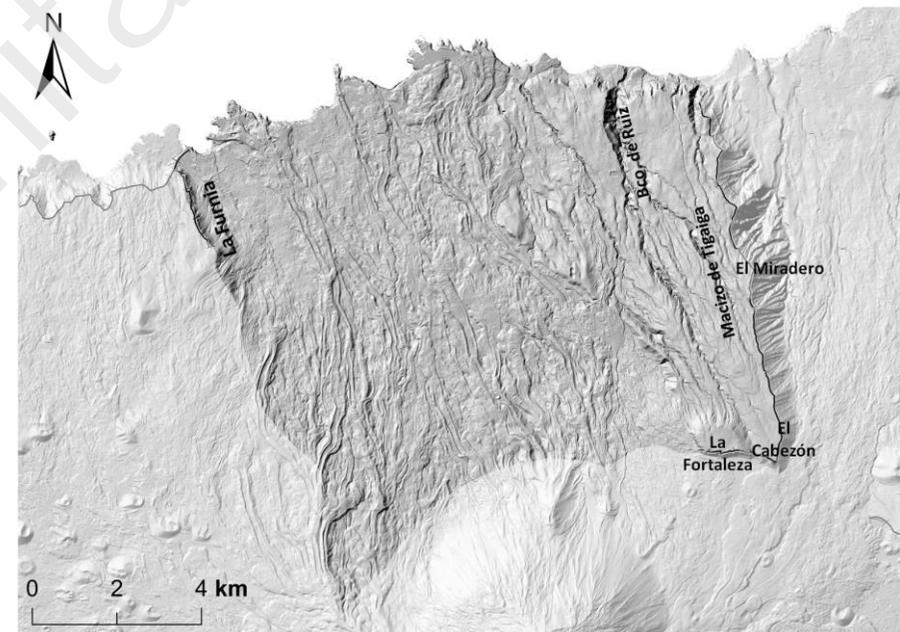
En segundo lugar, la pared de Las Cañadas que confina a la depresión de Las Cañadas por el noreste, este, sur y sudoeste. Se trata de un estrecho escarpe, que sólo muy puntualmente sobrepasa 1 km de anchura, donde la altitud asciende de modo brusco hasta alcanzar los 2.715 m en el sector de Guajara, 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





PAIV

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

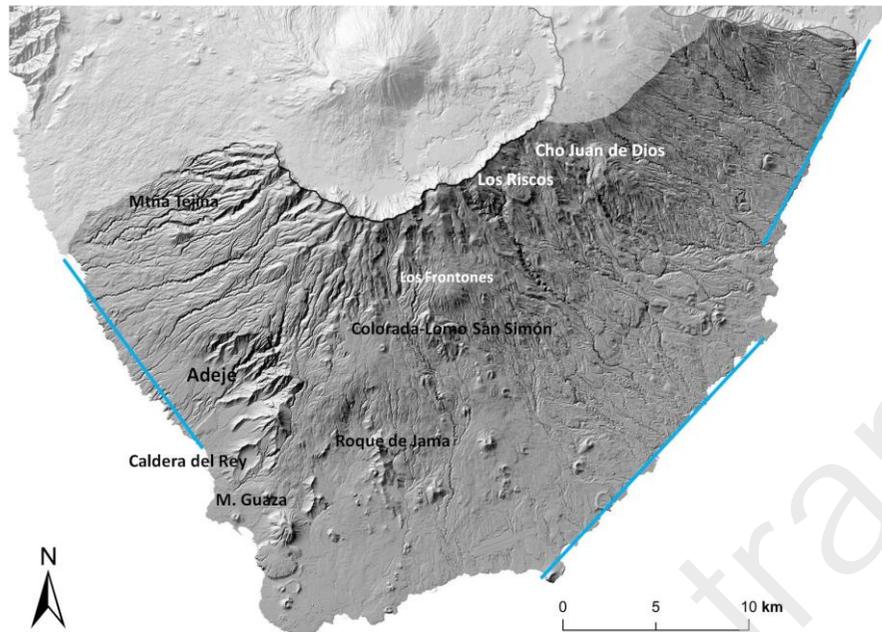
Engloba los municipios completos de Fasnia, Arico, Granadilla, Vilaflor, San Miguel, Arona, Adeje y el sector sur de los municipios de Guía de Isora y Güímar. Se extiende desde la culminación de la pared de Las Cañadas hacia el este, sur y oeste, dibujando una amplia ladera, de disposición en abanico 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).

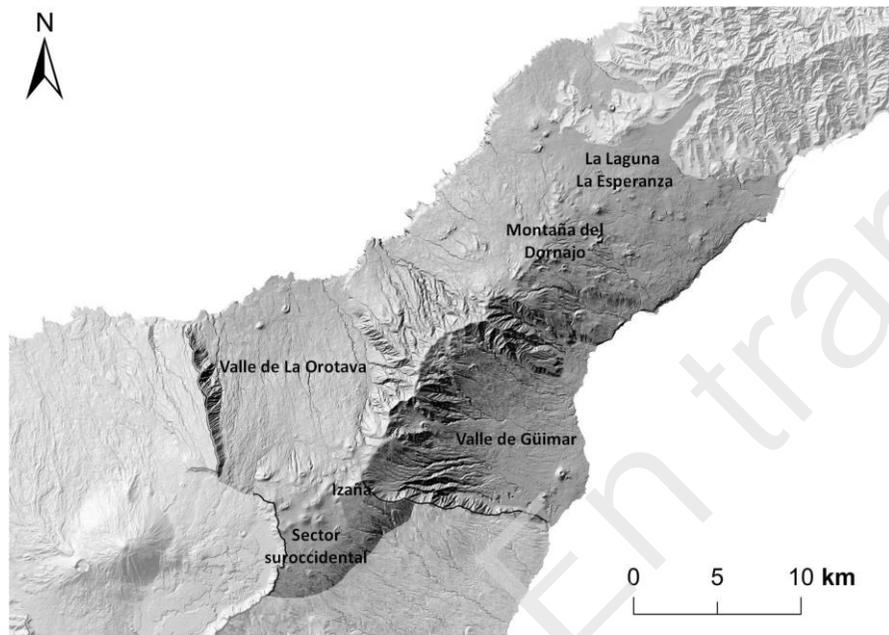
2.1.1.4 La dorsal de Pedro Gil

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.

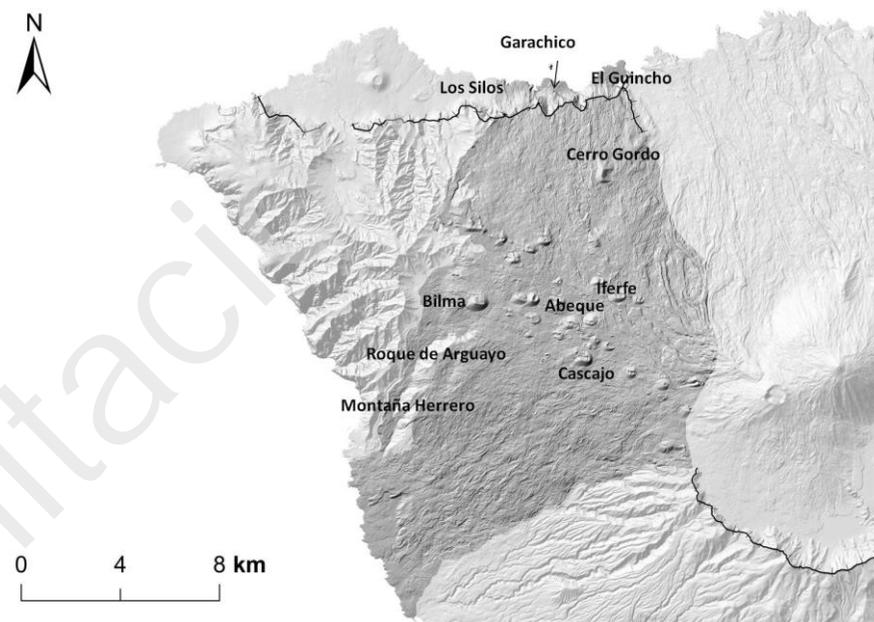
2.1.1.5 Las Cumbres de Abeque

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 Iferfe, 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.

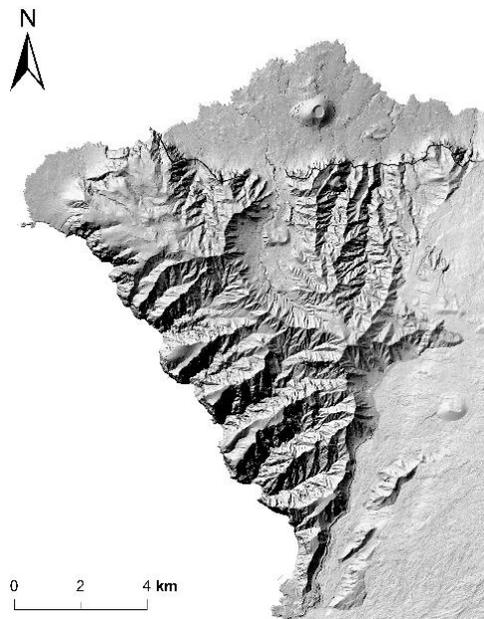
No obstante, en el detalle, la topografía de estas laderas viene definida por la presencia de pequeñas lomas y depresiones de gran desarrollo longitudinal que se disponen de modo perpendicular respecto a la línea de cumbres y que recorren prácticamente todas las laderas desde las cotas más altas a las 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.

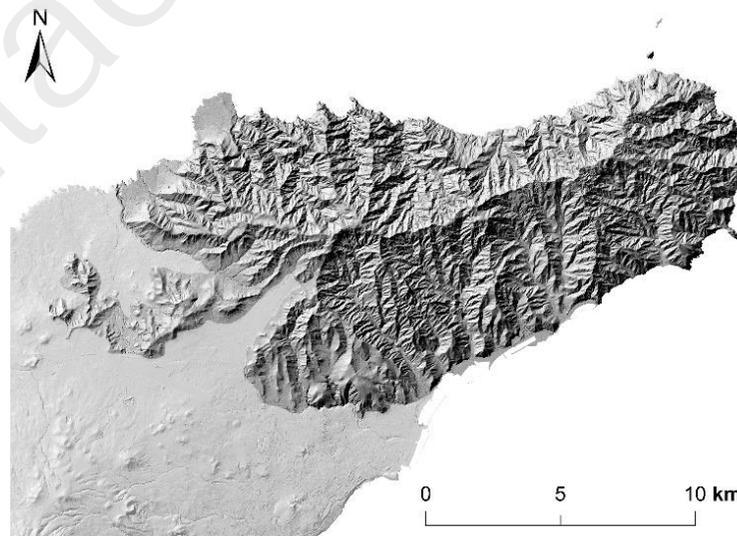
Figura 7. Unidades topográficas de Teno y Anaga (Teno)



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 ruñiformes 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

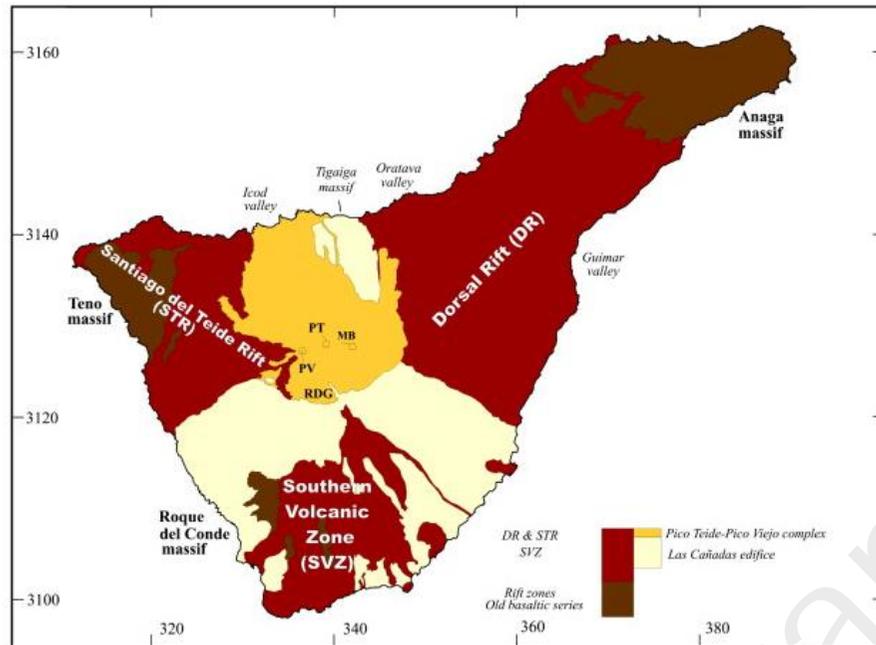
determinación de los riesgos vinculados al volcanismo de la isla de Tenerife, se ha considerado oportuno llevar a cabo una caracterización general de la geología y la morfología de las diferentes estructuras volcánicas que arman su relieve, aunque centrando la atención en aquellas que cuentan con eventos 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; Mezcua 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

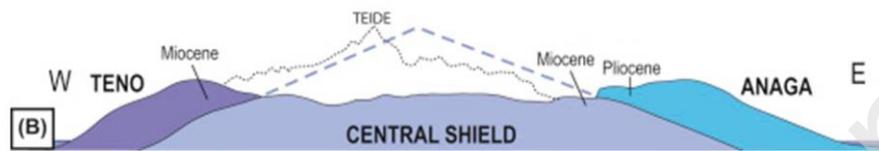
brechas polimícticas ponen de manifiesto que el macizo de Teno se construyó en cuatro fases eruptivas principales marcadas por dos colapsos laterales en el flanco Norte del volcán, producidos entre hace aproximadamente 6,1 y 5, 9 Ma (Longpré et al., 2009). En Anaga, también han sido descritos procesos 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 buzan 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 mesas, 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).

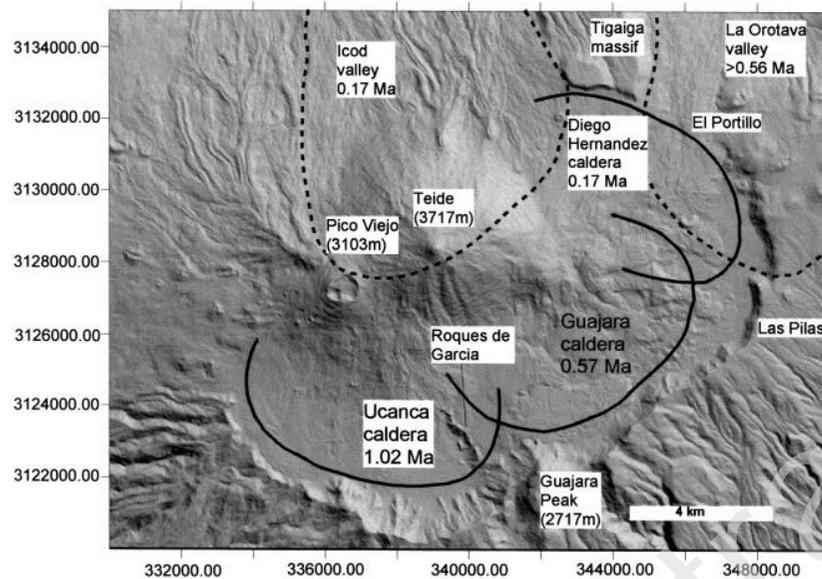
Con una edad de > 3.5-2.1 Ma, la estratigrafía del Grupo Inferior es compleja, y en ella se han distinguido hasta siete unidades de lavas basálticas y fonolíticas y rocas piroclásticas que afloran fundamentalmente en la parte inferior de la pared de la caldera.

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

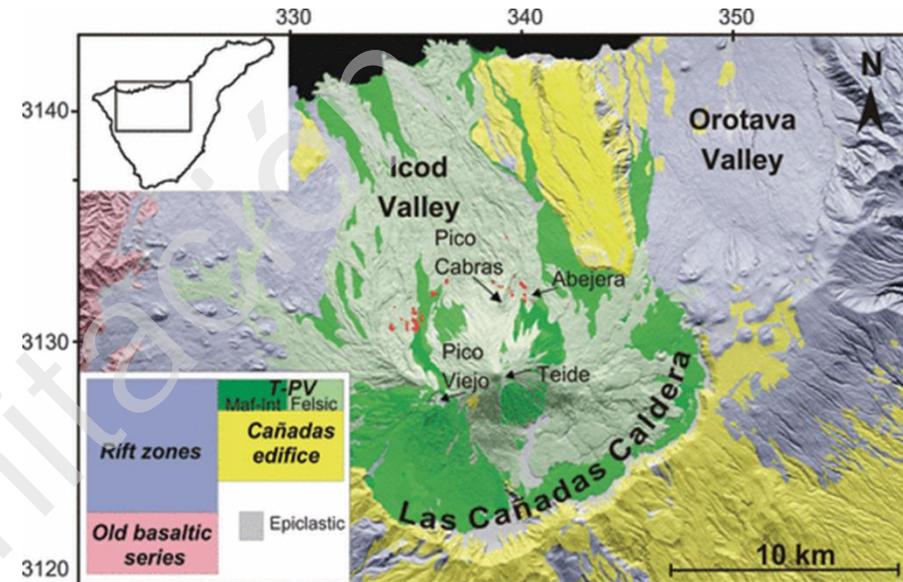
Para Martí et al., (2008), los datos petrológicos sugieren que la dinámica eruptiva del Teide y Pico Viejo está asociada a la interacción de un magma basáltico profundo con un magma fonolítico superficial. La mayoría de las erupciones fonolíticas muestran signos indudables de mezcla de magmas, lo que 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

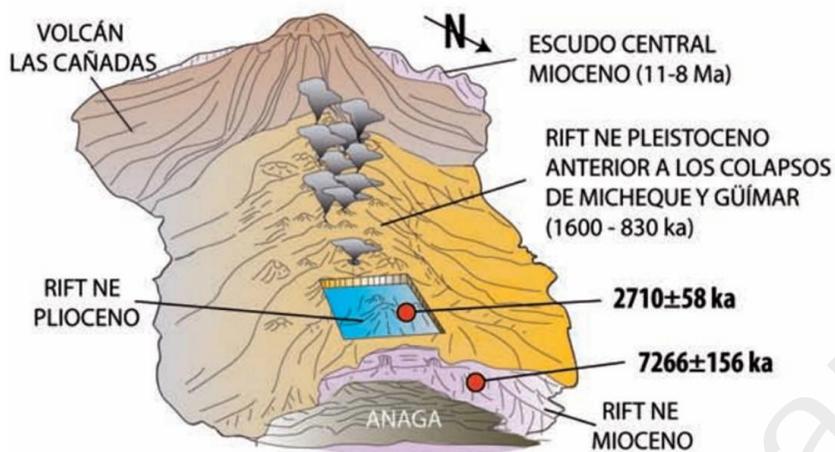
La dorsal de Pedro Gil o rift NE se desarrolla desde el área Nororiental del Edificio Cañadas hasta las estribaciones del macizo de Anaga, al NNE, constituyendo una cordillera volcánica de marcada disposición lineal y un desarrollo de unos 30 km de longitud. La altura de este edificio volcánico se reduce 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.

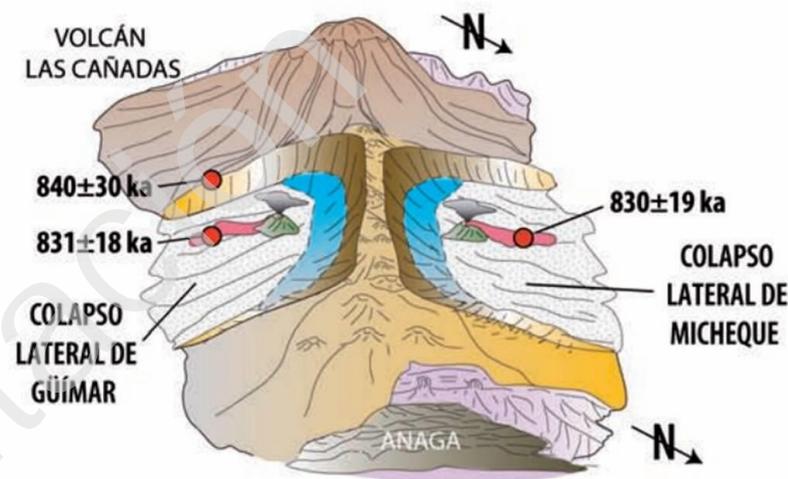
Figura 15. Esquema de las primeras secuencias de formación de la dorsal de Pedro Gil



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

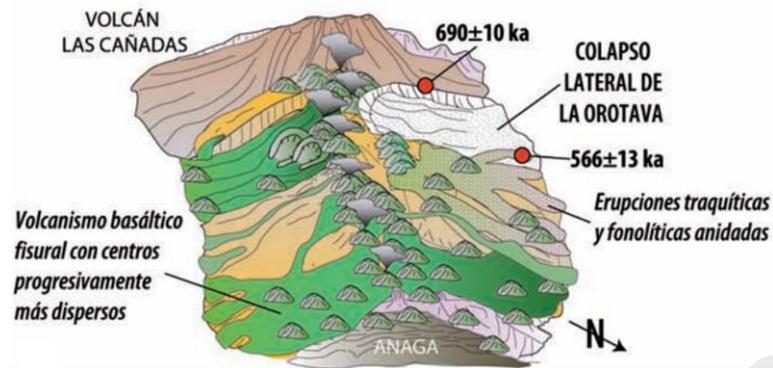


Fuente: Carracedo et al., 2009

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

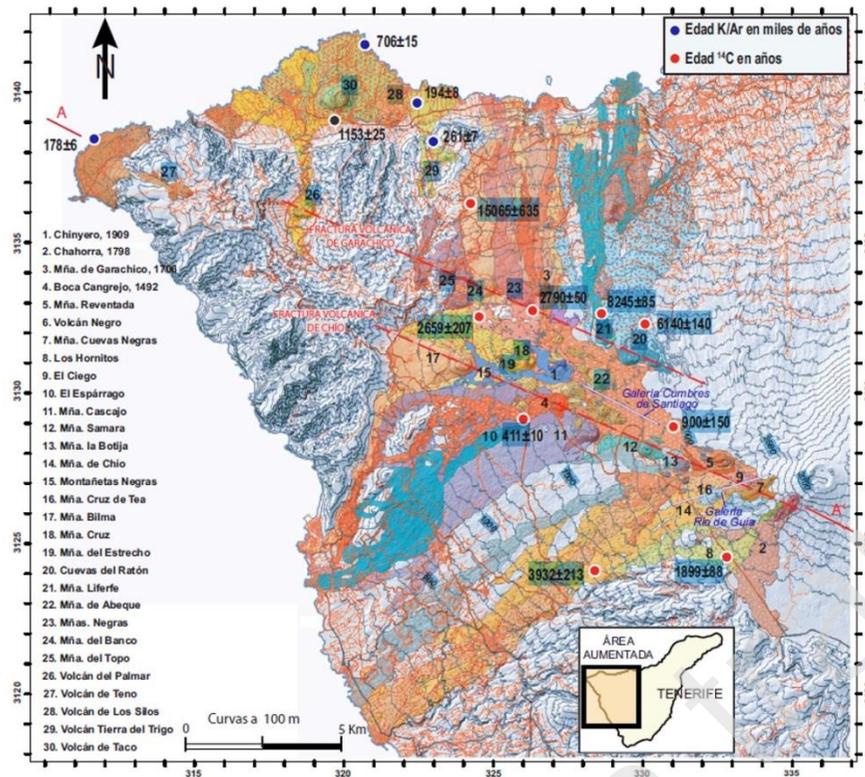
Años	Erupción	Edad (2018)	Año	Nº Fig.
	Chinyero	109	1909	1
	Chahorra	220	1798	2
	Garachico	312	1706	3
	Boca Cangrejo	526	1492	4
1.000	Montaña Reventada	900		5
	Volcán Negro			6
	Montaña Cuevas Negras			7
	Los Hornitos	1.865		8
2.000				
	El Ciego	2.659		9
	El Ciego	2.79		9
3.000	Montaña Cascajo			11
	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
9.000	Montaña Abeque			22
10.000	Montañas Negras			23

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

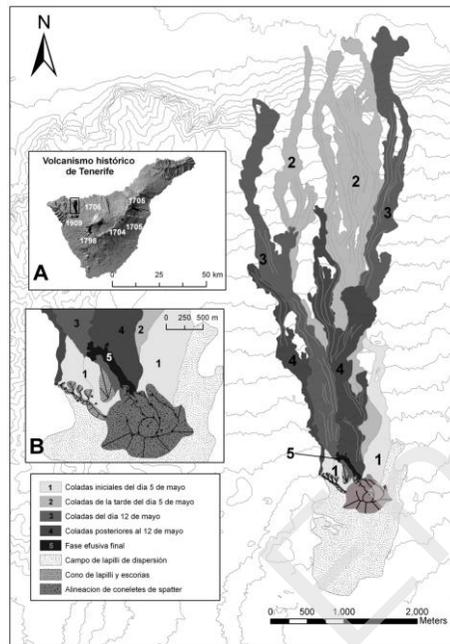
consumió algunas viñas de San Pedro” (Martínez Fuentes, en Romero, 1991) (Figura 20, 2 y Figura 21, a). La configuración arqueada del paleocantilado motivó que las coladas de lava que saltaban el escarpe confluyesen a su pie, favoreciendo además la formación de grandes bolas de acreción. Las bolas de 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).

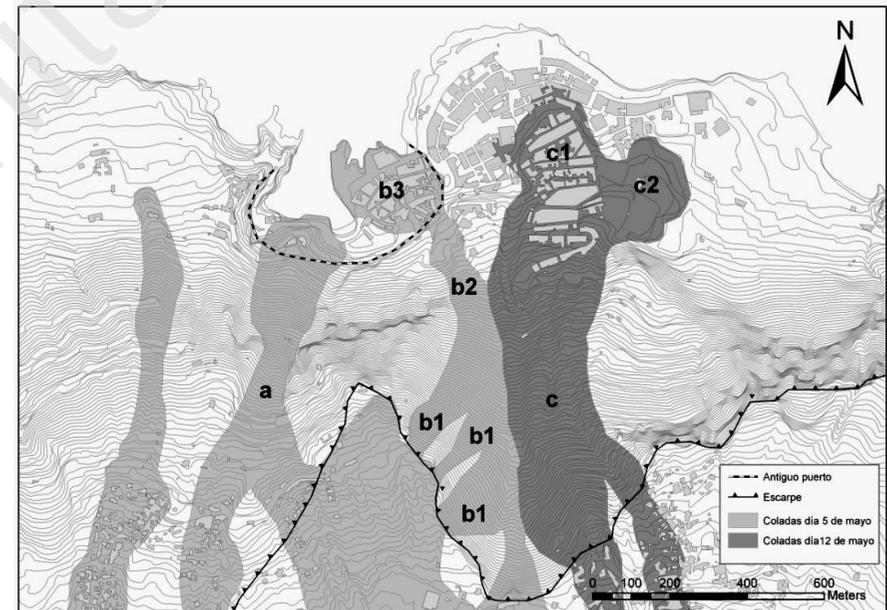
Figura 20. La erupción de Garachico. A: Localización. B.- Croquis morfológico de los centros de emisión. A la derecha, las unidades lávicas correspondientes a las distintas fases de emisión de la erupción de 1706



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.

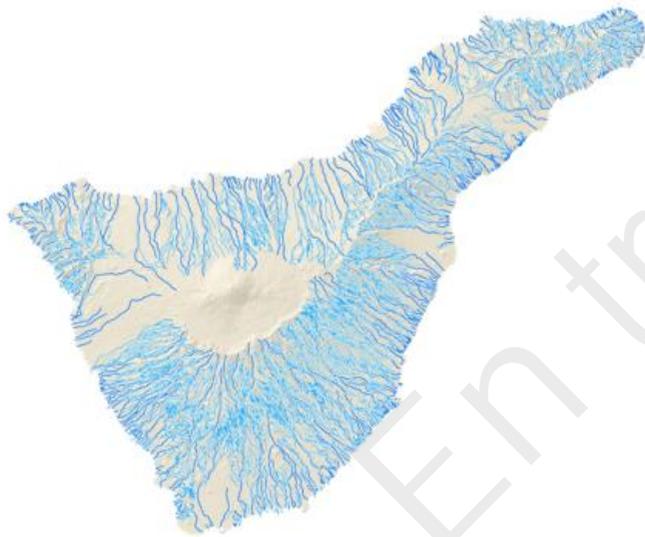
Cuando los territorios son considerados como volcánicamente activos, a estos condicionantes topográficos se une la extremada juventud del substrato -con coladas aa, pahoehoe y en bloques y áreas de acumulación de piroclastos de dispersión-, que favorece la infiltración del agua e inhibe la esorrentía, 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.

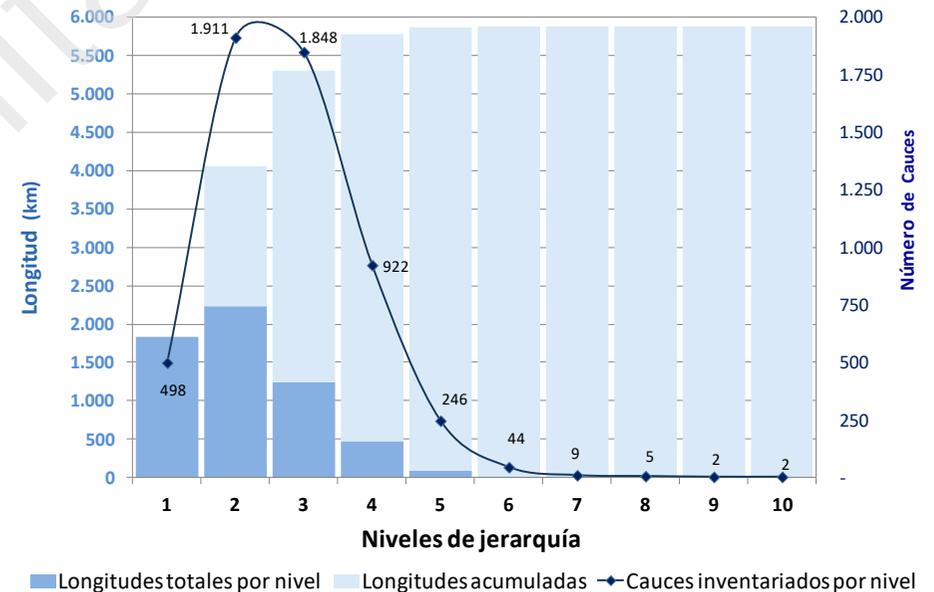
Figura 22. Distribución espacial de los cauces de la red de drenaje de Tenerife



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.

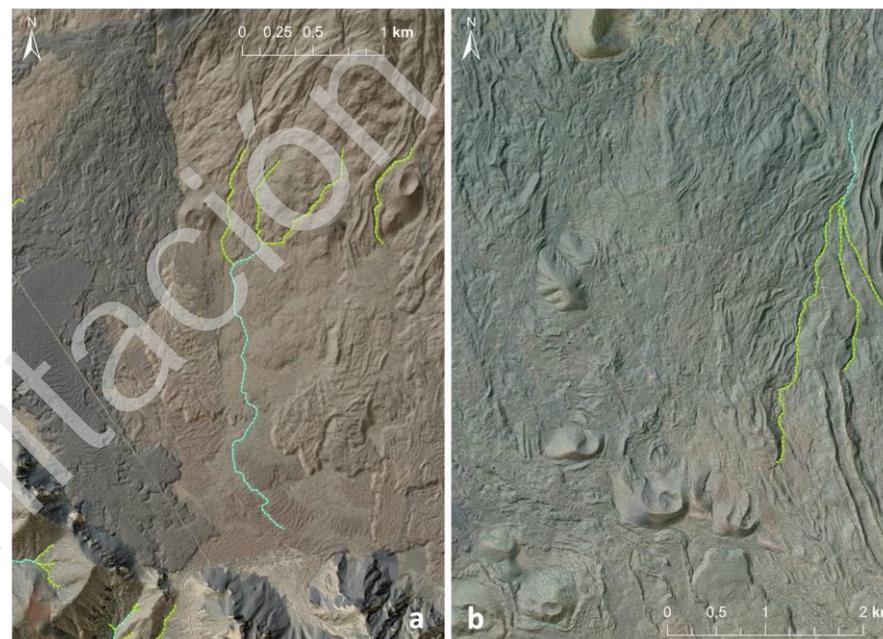
Frente a los ámbitos arreicos y endorreicos, el drenaje de la isla se articula a partir de barrancos de cabeceras amplias y compartimentadas y canales de desagüe estrechos, profundos y con frecuentes rupturas de pendiente, de funcionamiento esporádico, pero de marcada torrencialidad (Quirantes et al.,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



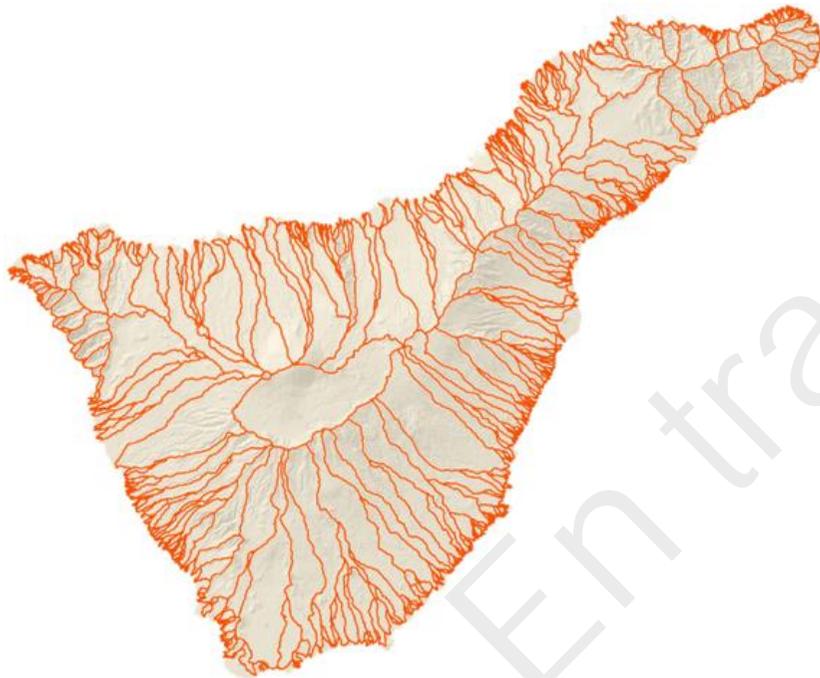
Fuente: Elaboración propia

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.

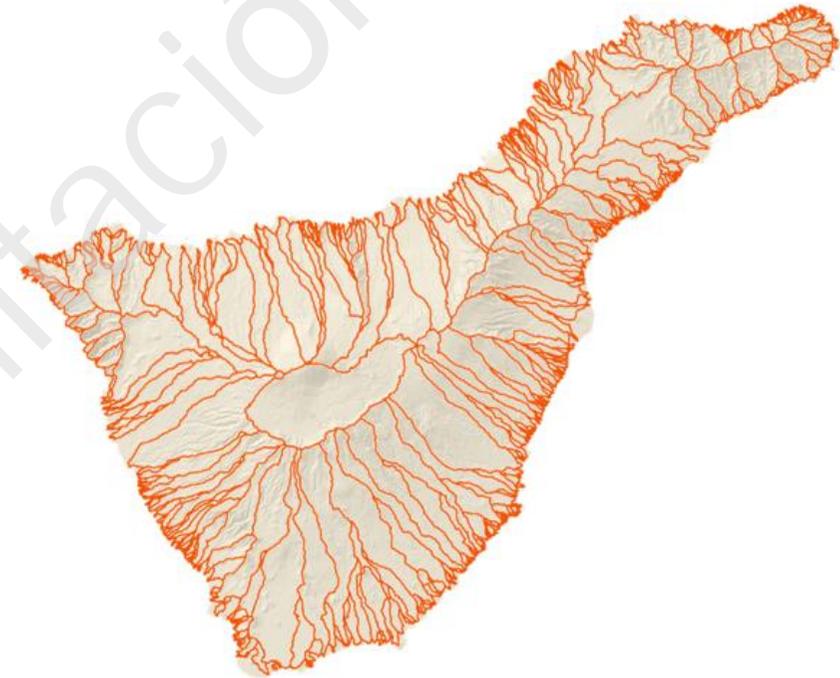
Del conjunto de cuencas existentes en la Isla, 59 no tienen salida directa al mar y muestran órdenes bajos, habitualmente 1 ó 2, y sólo ocasionalmente de 3. Algunas de ellas corresponden a cuencas localizadas entre los 500 y los 2.500 m de altura, generadas a partir de la obturación de redes previas 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

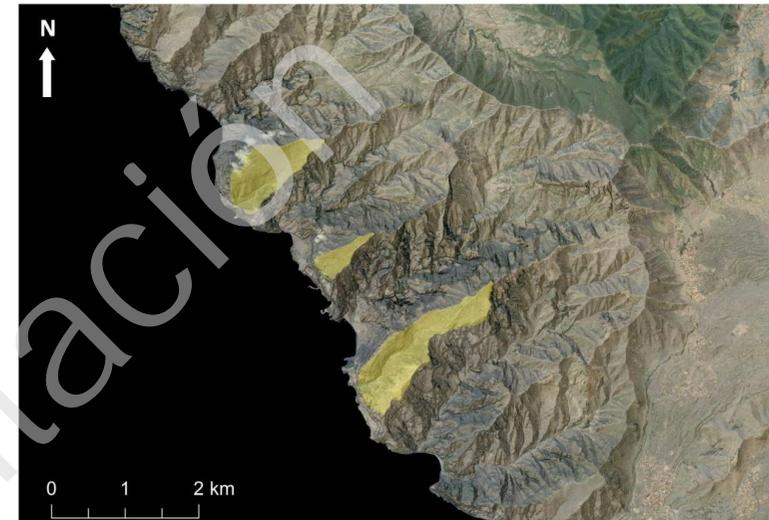
).

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, algares 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,

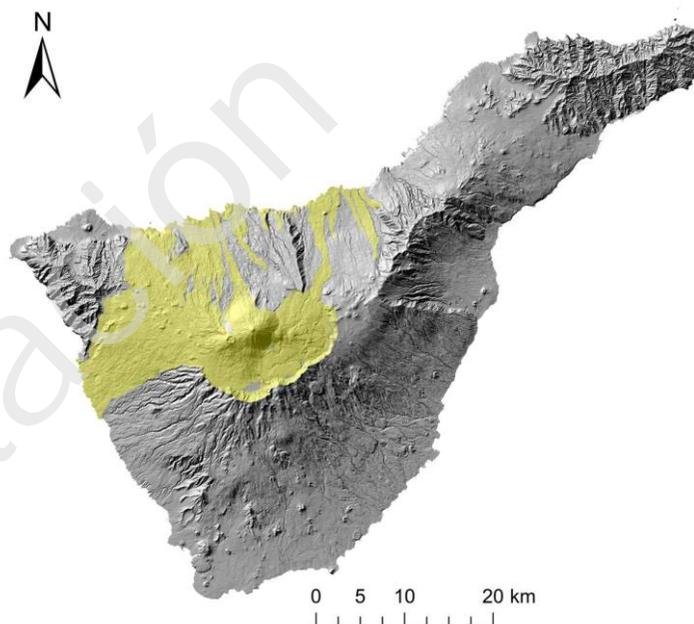
por lo que el colector principal de muchas de sus cuencas puede tener entre 15 y 20 km de longitud (Romero et al., 2004).

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

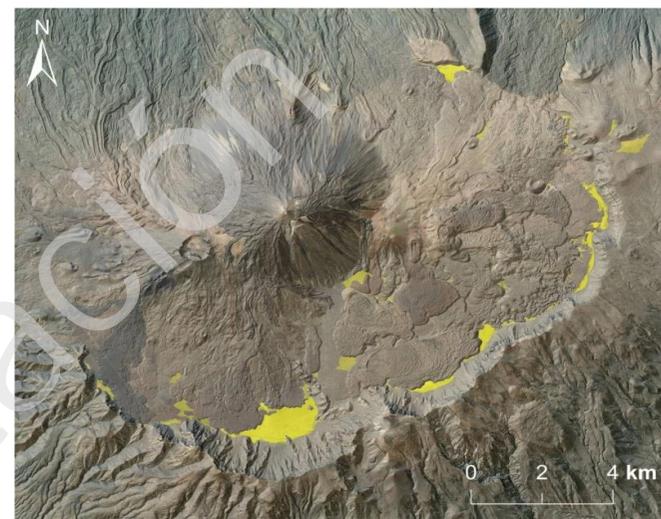
2.3.3.4 Las áreas endorreicas

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

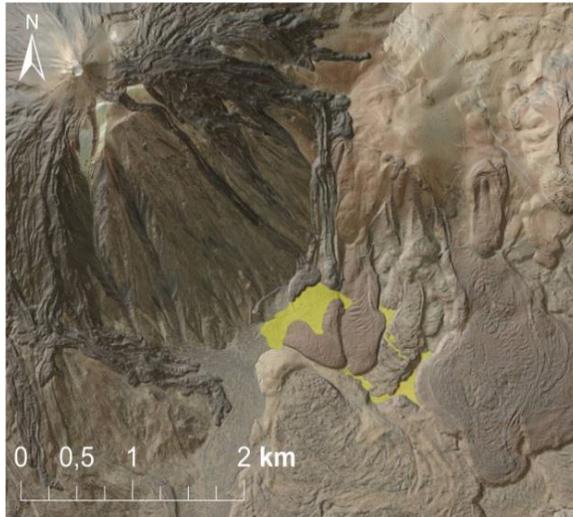


Fuente: Elaboración propia

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



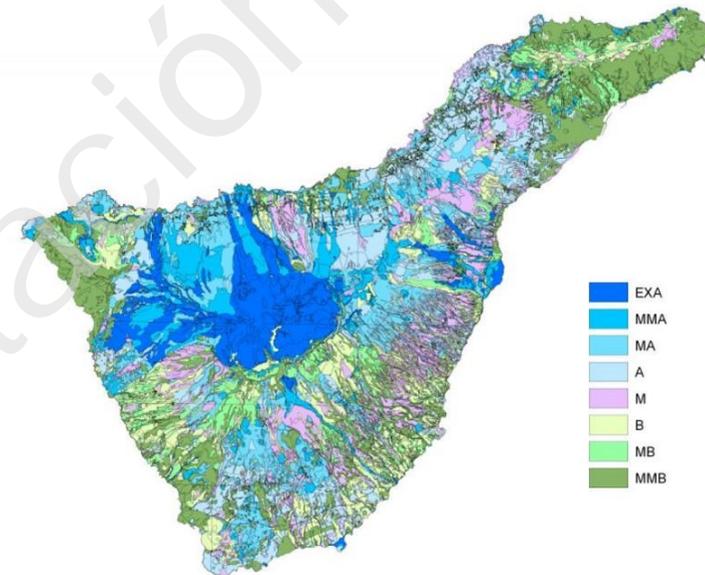
PAIV

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.

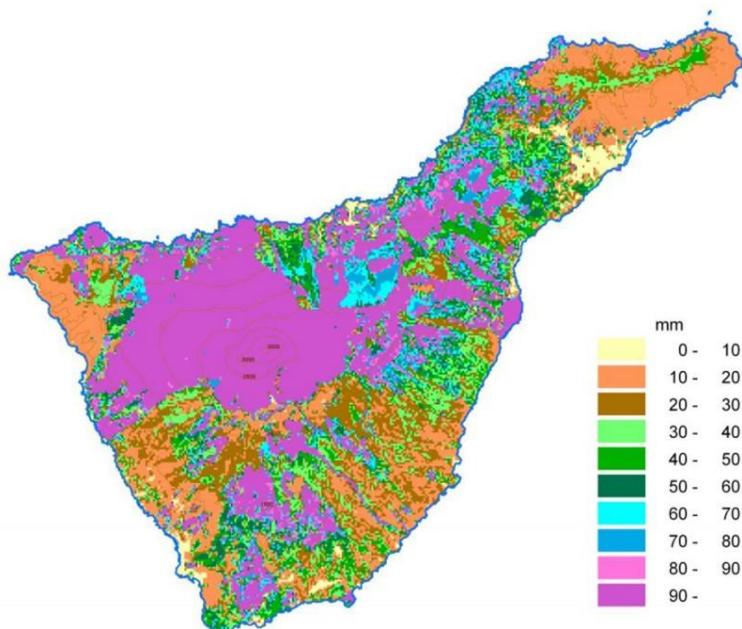
Figura 29. Mapa de Permeabilidades de Tenerife (EXA: extremadamente alta, MMA: muy muy alta; MA: muy alta; A: alta; M: media; B: baja; MB: muy baja; MMB: muy muy baja).



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

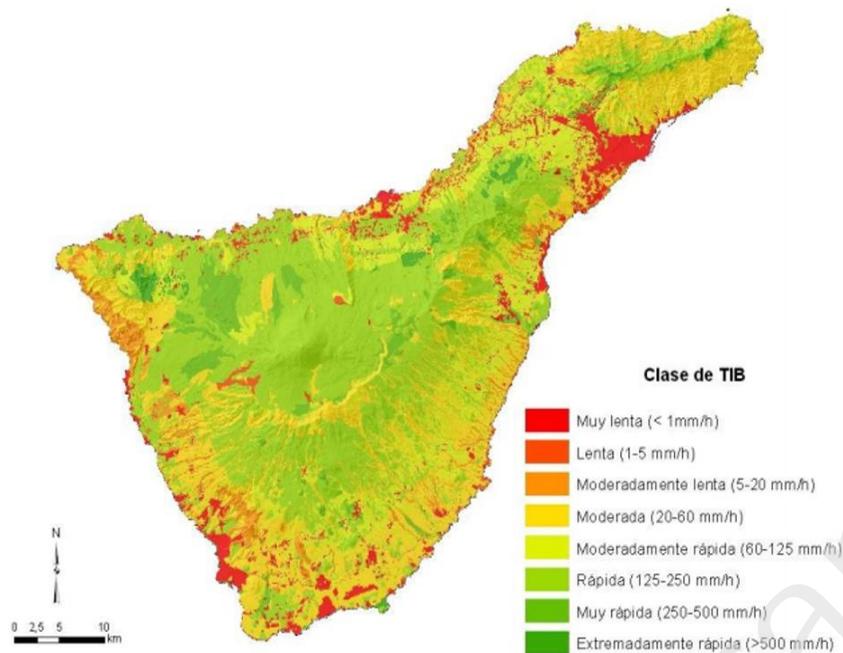


El acuífero de Las Cañadas es la principal reserva de aguas subterráneas de la isla, por lo que su estudio tiene una importancia socioeconómica clave. Aunque la geometría de dicho acuífero aún no ha podido establecerse con detalle, se considera está localizado en el centro de la isla y comprende los 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-hidroológicas

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

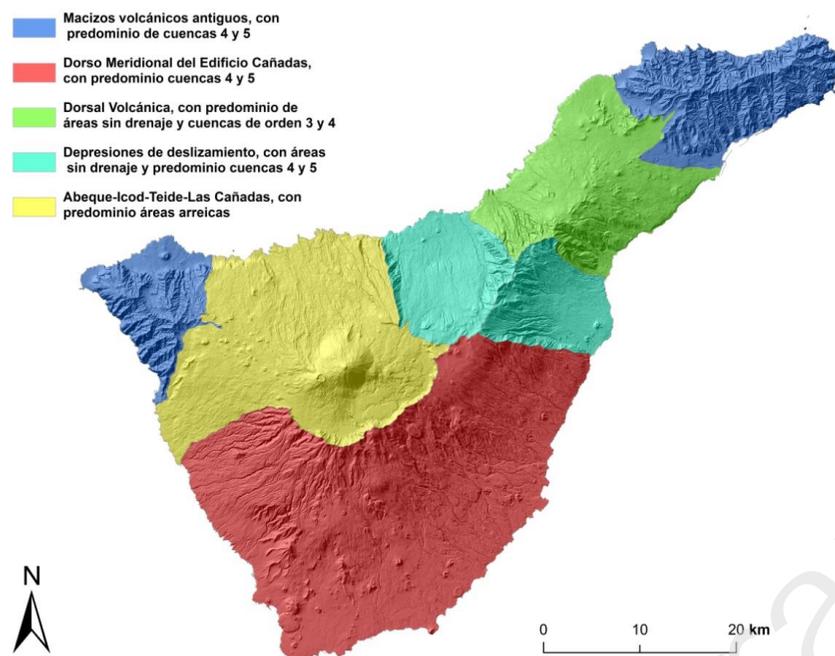
con rasgos morfo-hidroológicos específicos, cuya delimitación no siempre coincide con los límites establecidos para las morfoestructuras insulares.

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,



PAIV

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.

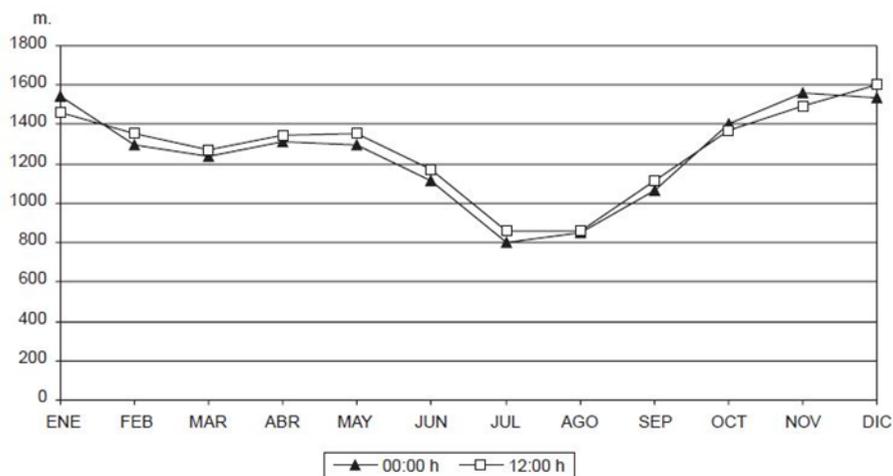
Éstos se definen como las jornadas con una situación sinóptica similar determinando así unos efectos análogos durante su desarrollo. De esta manera, en Canarias podemos observar, en líneas generales, tres tipos de tiempo principales con diferentes variantes.

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



PAIV

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

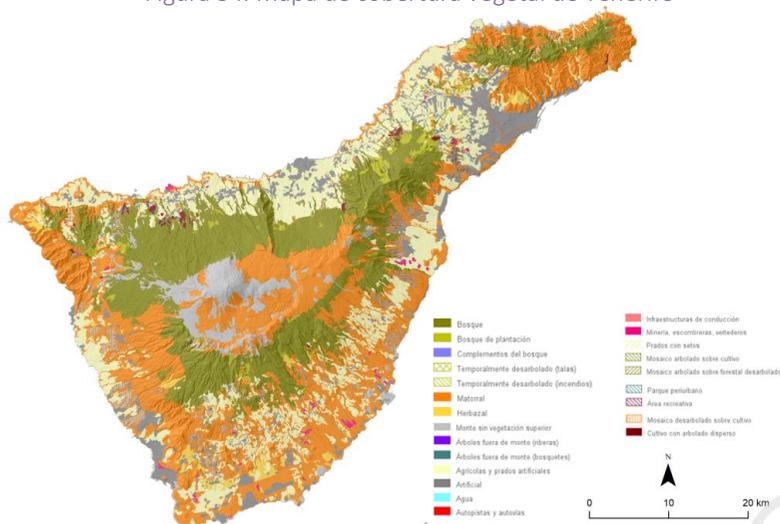
Las franjas y la distribución vegetal que se ha descrito aquí para la isla de Tenerife tiene un carácter intencional desde el punto de vista de su implicación respecto al riesgo y los riesgos extrínsecos asociados, entre los que destaca el de incendio forestal. En este sentido, de las franjas descritas 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	

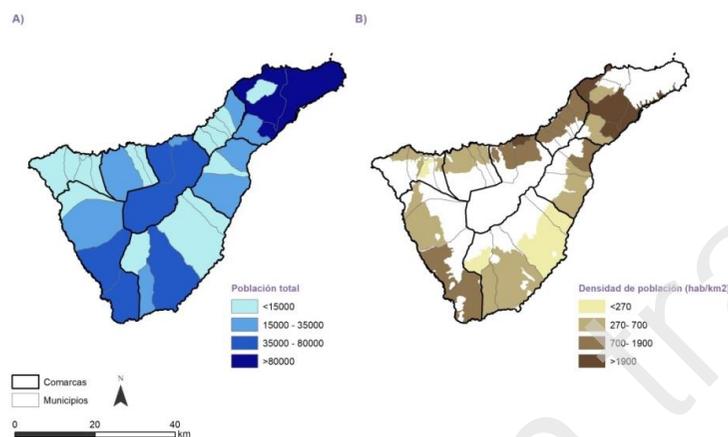
Comarca	Municipio	Población total	Total por comarcas
Daute	San Juan de La Rambla	4.828	17.122
	Buenavista del Norte	4.797	
	Garachico	4.827	
	Silos (Los)	4.848	
Valle de Güímar	Tanque (El)	2.650	51.953
	Arafo	5.531	
	Candelaria	27.149	
	Güímar	19.273	
Abona	Arico	7.594	77.655
	Fasnia	2.743	
	Granadilla 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
	Buenavista del Norte	10,36	22,74	219,5
Daute	Garachico	10,61	23,8	224,4
	Silos (Los)	11,28	25,54	226,3
	Tanque (El)	13,36	20,79	155,6
	Arafo	13,76	18,08	131,4
Valle de Güímar	Candelaria	15,16	14,72	97,1
	Güímar	14,14	17,01	120,3
	Arico	12,48	18,33	146,8
Abona	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
	Adeje	14,86	9,82	66,1
Suroeste	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

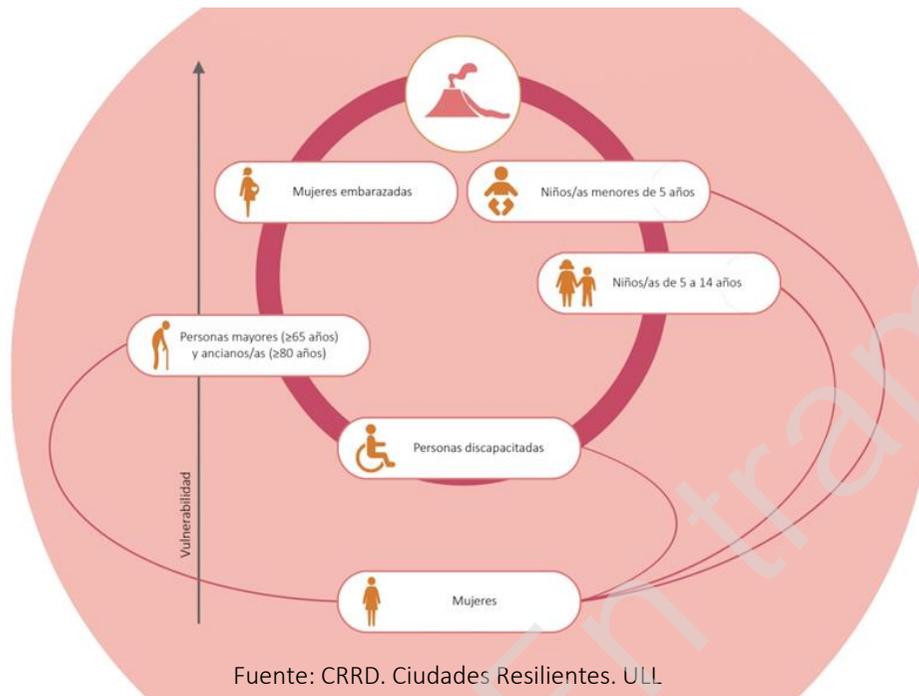
A los efectos y objetivos de este Plan de Actuación, dentro de las distintas fases que comprenden la evaluación del riesgo volcánico enfocado en el análisis demográfico de Tenerife; para el antes, durante y después es importante señalar los distintos grupos de población más vulnerables frente a desastres 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 Fasnia, 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 Fasnia (10,9%) y Vilaflor (9,5%) (ISTAC, 2017).



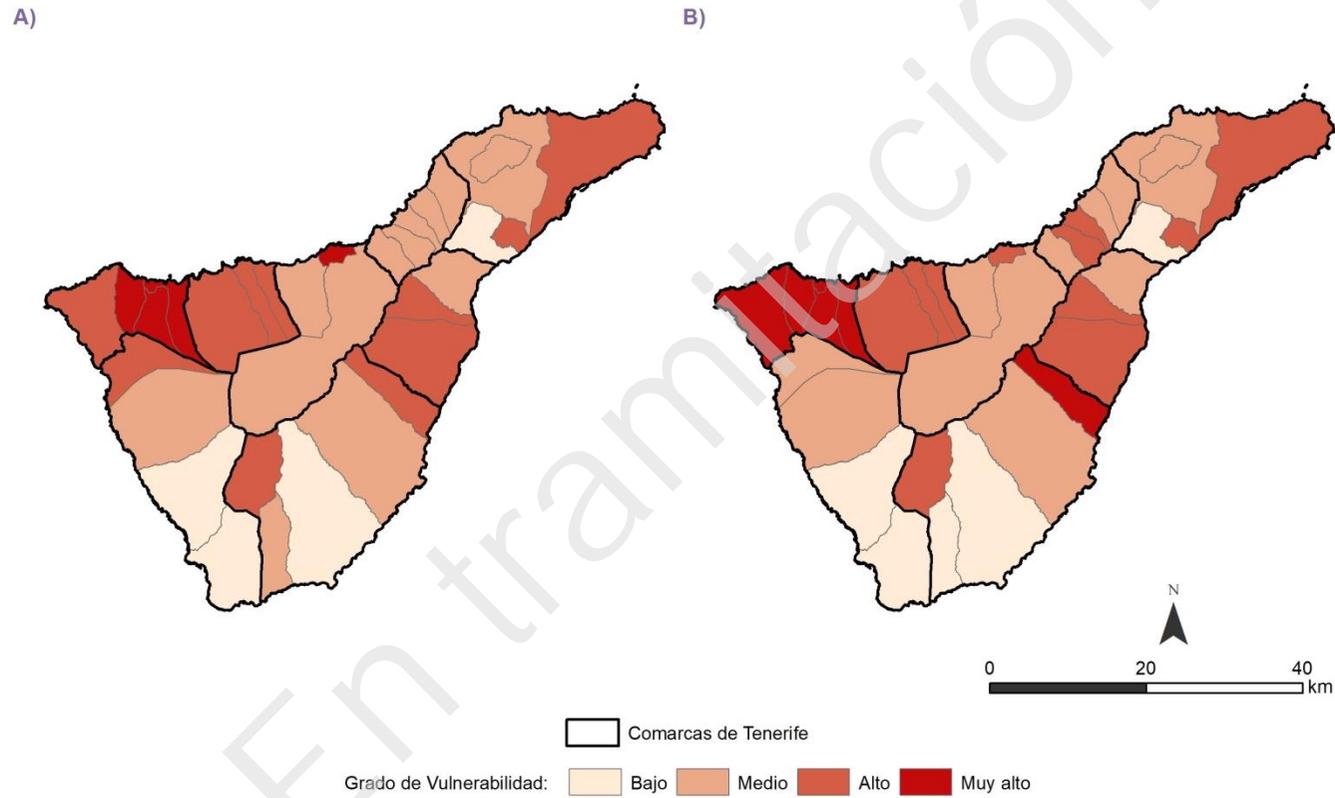
Tabla 8. Tenerife. Población vulnerable de niños/as y personas mayores por municipio

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		546	11,3	Muy alto	
	Silos (Los)	4.848	1.785	37	Muy alto		557	11,5	Muy alto	
	Tanque (El)	2.650	905	34	Muy alto		273	10,3	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		2.249	8,3	Medio	
	Güímar	19.273	6.005	31	Alto		1.821	9,4	Alto	
Abona	Arico	7.594	2.340	31	Medio	Alto	645	8,5	Medio	Alto
	Fasnia	2.743	930	34	Alto		298	10,9	Muy alto	
	Granadilla de Abona	46.816	12.436	27	Bajo		3.209	6,9	Bajo	
	San Miguel	18.887	5.374	28	Medio		1.351	7,2	Bajo	
	Vilaflor	1.615	523	32	Alto		154	9,5	Alto	
Suroeste	Adeje	46.833	11.559	25	Bajo	Medio	2.860	6,1	Bajo	Baja-media
	Arona	78.930	20.226	26	Bajo		5.091	6,5	Bajo	
	Guía de Isora	20.537	6.015	29	Medio		1.608	7,8	Medio	
	Santiago del Teide	10.576	3.529	33	Alto		795	7,5	Medio	

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.

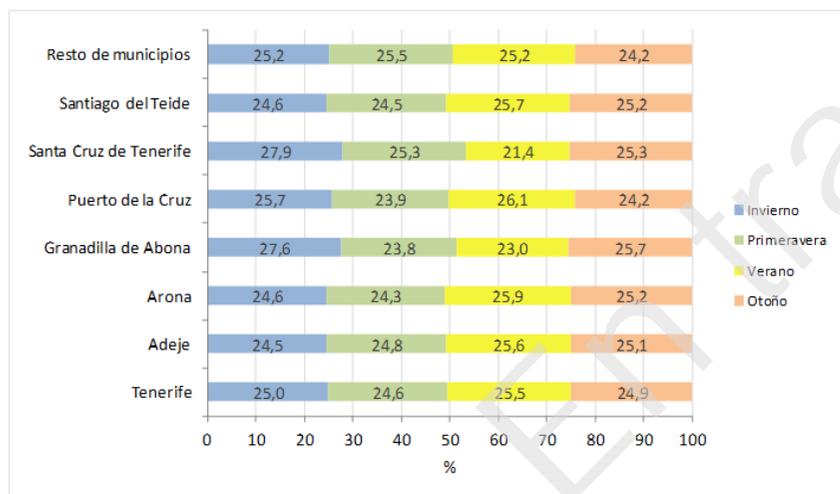
2.6.3.5 Localización de la actividad turística

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).

En tramitación



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
Vilafior	1.509,00	764,2	1,5	0,8

Fuente: ISTAC (2017)

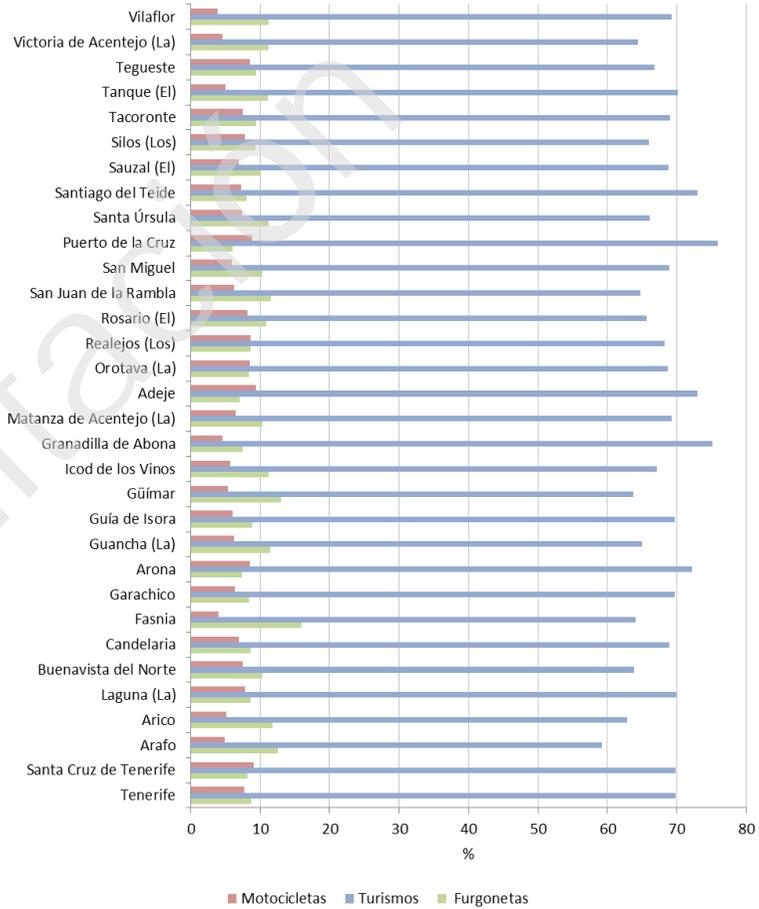
Sin embargo, contabilizando solo el número de vehículos (Tabla 14), los municipios con valores más altos son Santa Cruz de Tenerife y La Laguna, que agrupan el 39,5% sobre el total; y los municipios turísticos de Arona (8,6%), Granadilla de Abona (6%), Adeje (5,2%), La Orotava (4%), Los Realejos (4,1%) 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	SO
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)	50 m
Reinante	NE	Naturaleza del fondo	rocoso
Dominante	S.O.	2.1.5.1.4. CANAL DE ENTRADA: DÁRSENA DE PESCA	
2.1.3. RÉGIMEN DE TEMPORALES EN AGUAS PROFUNDAS O TEMPORALES TEÓRICOS		Orientación	SO
Máximo nivel registrado por el mareógrafo	3,05	Ancho (m)	100 m
Mínimo nivel registrado por el mareógrafo	-0,03	Longitud (m)	2.500 m
2.1.4. MAREAS		Calado en B.M.V.E. (m)	40 m
Máxima carrera de marea (m)	2,86	Naturaleza del fondo	rocoso
Cota de la B.M.V.E., respecto al cero del puerto (m)	-0,19	2.1.5.2. BOCA DE ENTRADA	
Cota de la P.M.V.E., respecto al cero del puerto (m)	3,47	2.1.5.2.1. BOCA DE ENTRADA: DÁRSENA DE LOS LLANOS	
2.1.5 ENTRADA		Orientación	SO
2.1.5.1. CANAL DE ENTRADA		Ancho (m)	150 m
2.1.5.1.1. CANAL DE ENTRADA: DÁRSENA DE LOS LLANOS		Calado en B.M.V.E. (m)	4,5 m
Orientación	SO	Máxima corriente controlada (nudos)	2,70 nudos
Ancho (m)	100 m	2.1.5.2.2. BOCA DE ENTRADA: DÁRSENA DE ANAGA	
Longitud (m)	2.500 m	Orientación	NE
Calado en B.M.V.E. (m)	90 m	Ancho (m)	675 m.
Naturaleza del fondo	rocoso	Calado en B.M.V.E. (m)	55 m.
2.1.5.1.2. CANAL DE ENTRADA: DÁRSENA DE ANAGA		Máxima corriente controlada (nudos)	2,70 nudos
Orientación	SO	2.1.5.2.3. BOCA DE ENTRADA: DÁRSENA DEL ESTE	
Ancho (m)	400 m	Orientación	SO
Longitud (m)	3.000 m	Ancho (m)	150 m.
Calado en B.M.V.E. (m)	120 m	Longitud (m)	46 m.
Naturaleza del fondo	rocoso	Calado en B.M.V.E. (m)	6 m.
		Máxima corriente controlada (nudos)	2,70 nudos
		2.1.5.2.4. BOCA DE ENTRADA: DÁRSENA DE PESCA	
		Orientación	SO
		Ancho (m)	127 m.
		Calado en B.M.V.E. (m)	6 m.
		Máxima corriente controlada (nudos)	2,70 nudos

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. Vara-dero	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

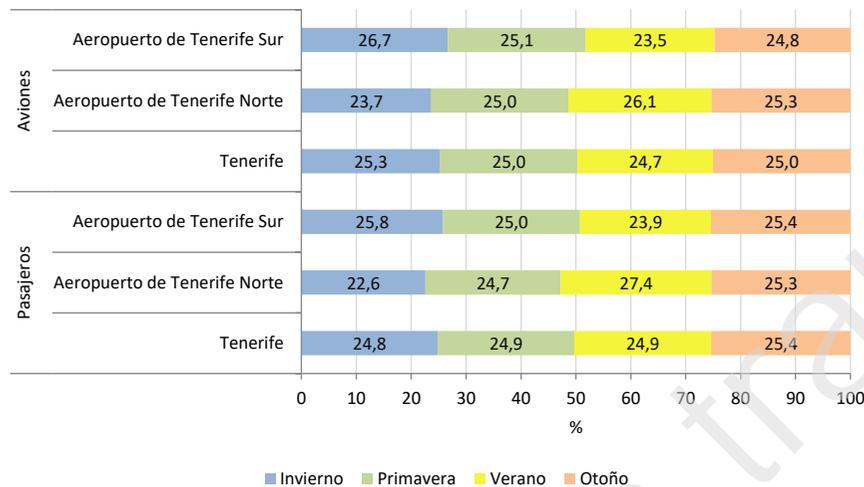
Años	Tenerife	Tenerife Norte	Tenerife Sur
2017	123.806	57.439	66.367
2016	113.483	51.530	61.953
2015	103.207	48.922	54.285
2014	104.138	48.170	55.968
2013	96.646	44.852	51.794
2012	102.266	50.657	51.609
2011	111.026	57.485	53.541
2010	102.603	56.018	46.585
2009	102.879	57.389	45.490
2008	116.312	61.617	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).

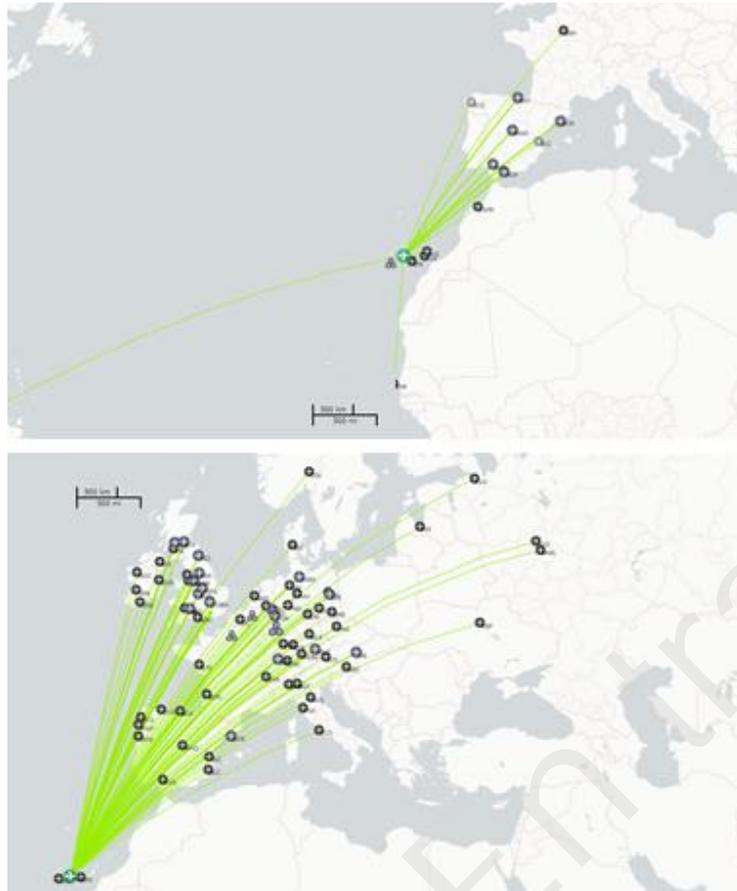
Actualmente, el Aeropuerto de Tenerife cubre 32 rutas mientras que el Aeropuerto de Tenerife Sur conecta con 159 destinos (Figura 42).

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 (ENAI) 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

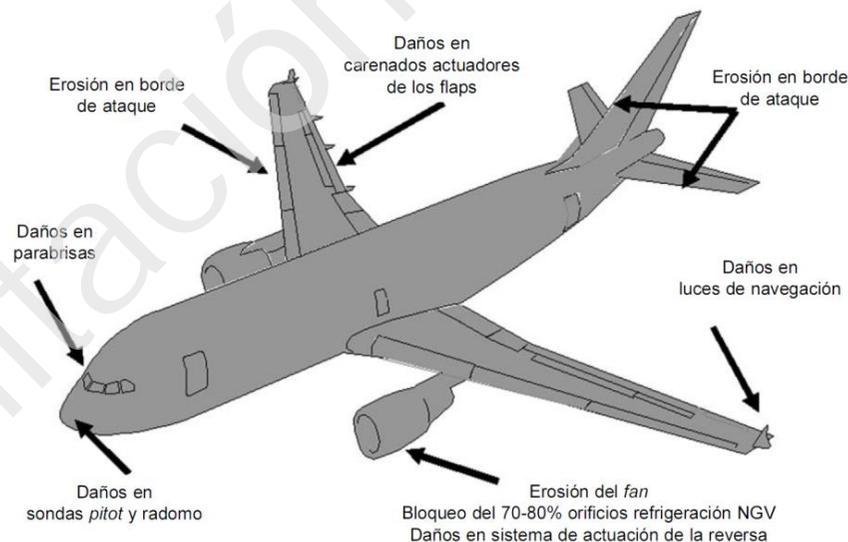
centros de evacuación durante la situación de una crisis volcánica en Tenerife, cuya funcionalidad puede verse comprometida (PEIN, 2018).

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	8

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

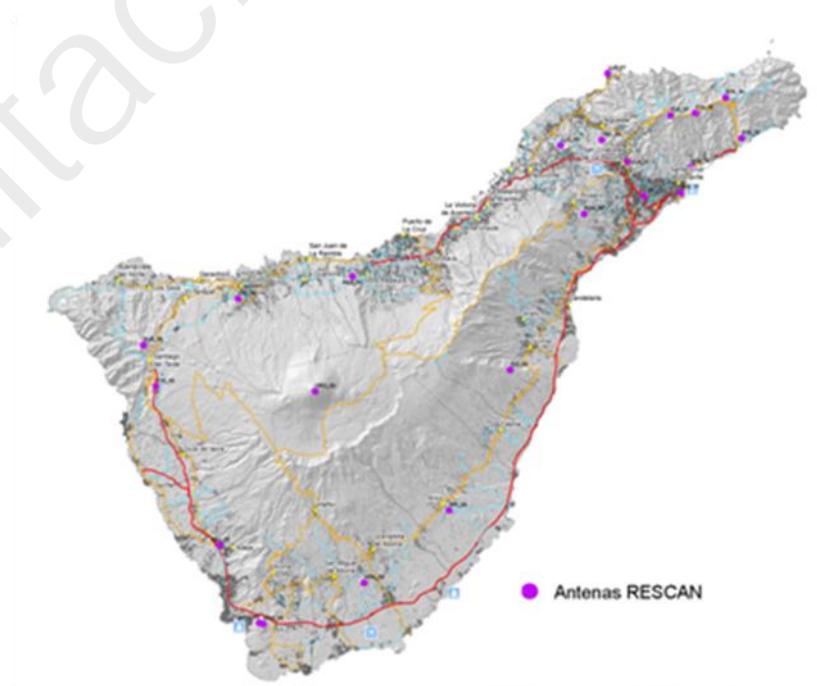
2.8.1 Localización y características de la red de telecomunicaciones

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

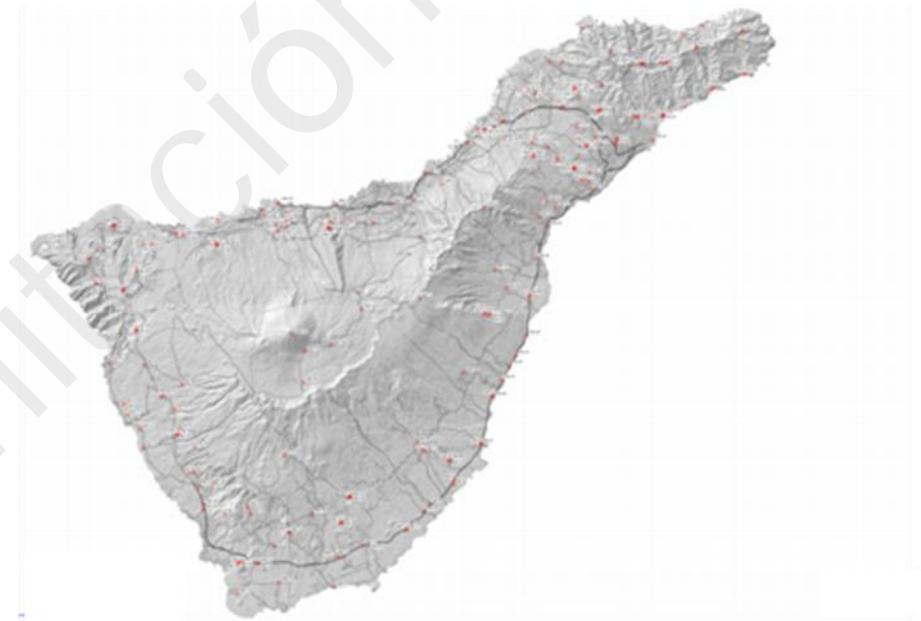
Asimismo, la isla está incluida dentro de la Red de Emergencias y Seguridad de Canarias (RESCAN). Este proyecto fue desarrollado por la Dirección General de Telecomunicaciones y Nuevas Tecnologías del Gobierno de Canarias y cuyo objetivo consistía en dotar a las Administraciones Públicas Canarias de 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, los 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.

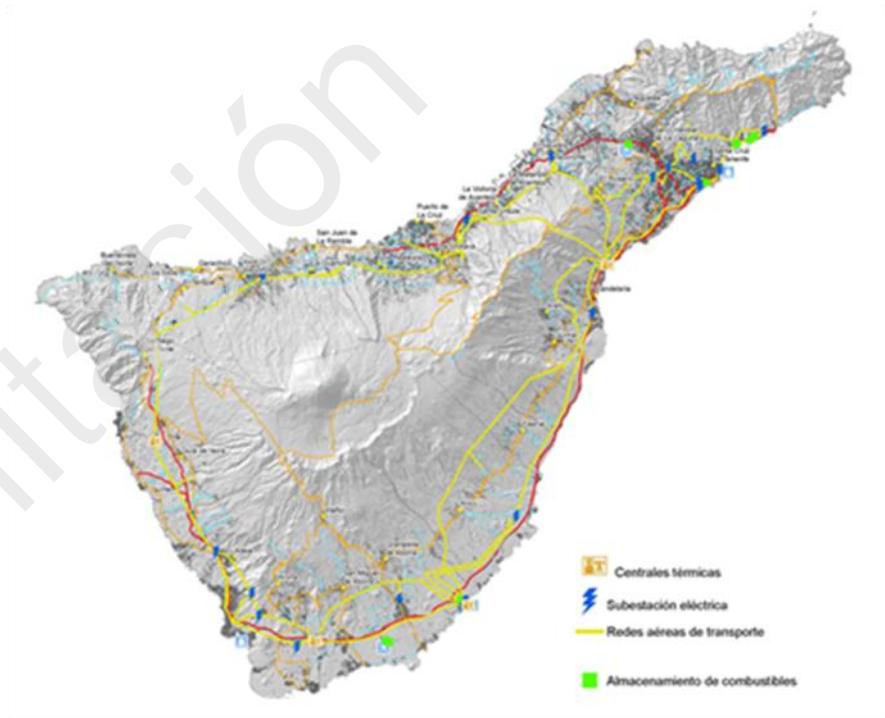
Tabla 31. Instalaciones de generación de energía eléctrica en régimen especial en la isla de Tenerife

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).

En tramitación



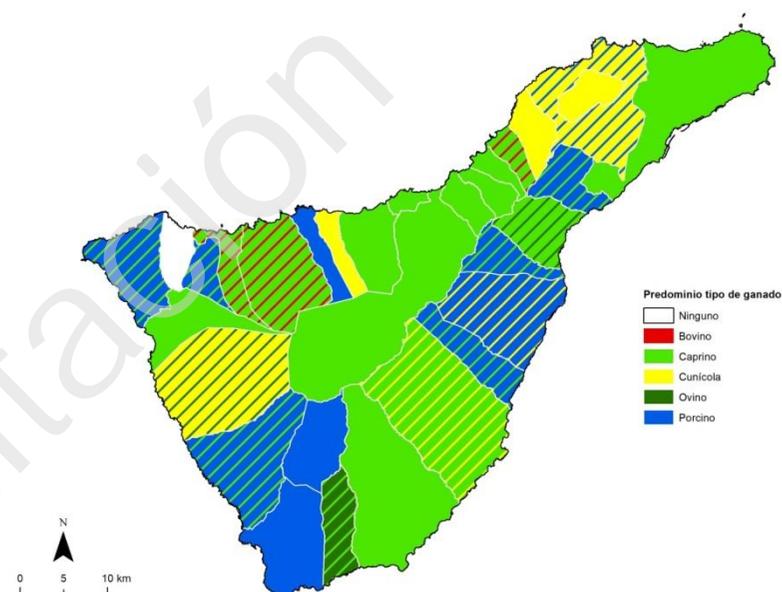
2.10 La actividad pecuaria

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, Fasnía, 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 Fasnía, 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).

En tramitación



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.

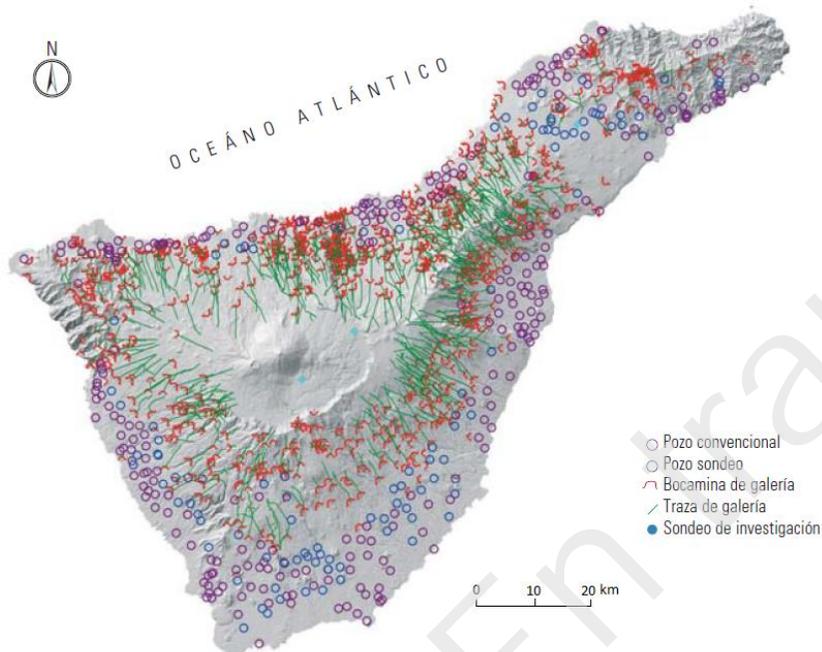
Con soporte en los sucesivos planes hidrológicos elaborados para la isla, con especial atención al PHT aprobado en 2018, así como en otros documentos de apoyo, se describen e identifican a continuación y de manera general: los sistemas de captación y producción de agua en la isla; el transporte hasta 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**:

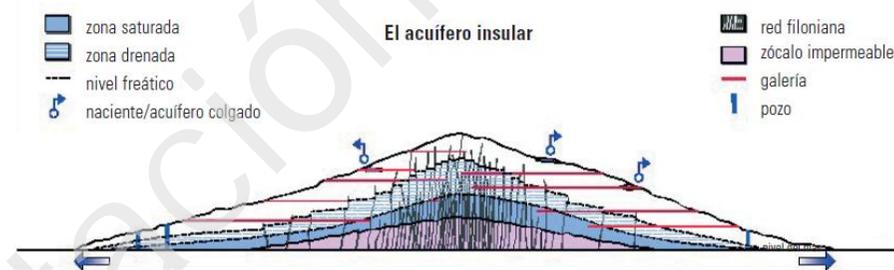
- **Galerías - naciente.** Son el tipo más primitivo de captación que se han perforado en áreas donde existían nacientes naturales. El agua drenada no procede de las reservas, sino de acuíferos colgados cercanos a la superficie topográfica, por lo que su caudal fluctúa con la pluviometría.
- **Socavones.** 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.

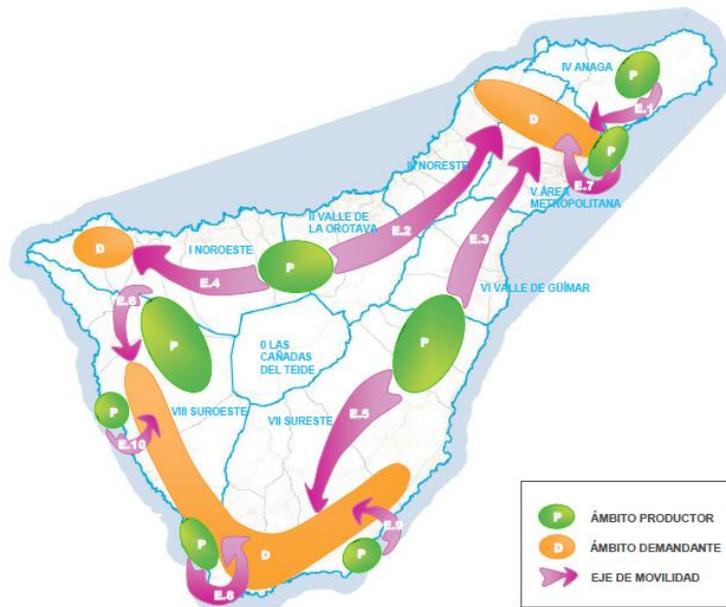
Una las características del sistema de producción de agua en Tenerife, ya advertida en el Plan Hidrológico Insular de 1996, es la atomización de sus fuentes (numerosos puntos de alumbramiento y producción), significándose además la extensión, dispersión y diversidad de usos en núcleos urbanos y zonas 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

Noreste: Nacientes y pozos de Anaga

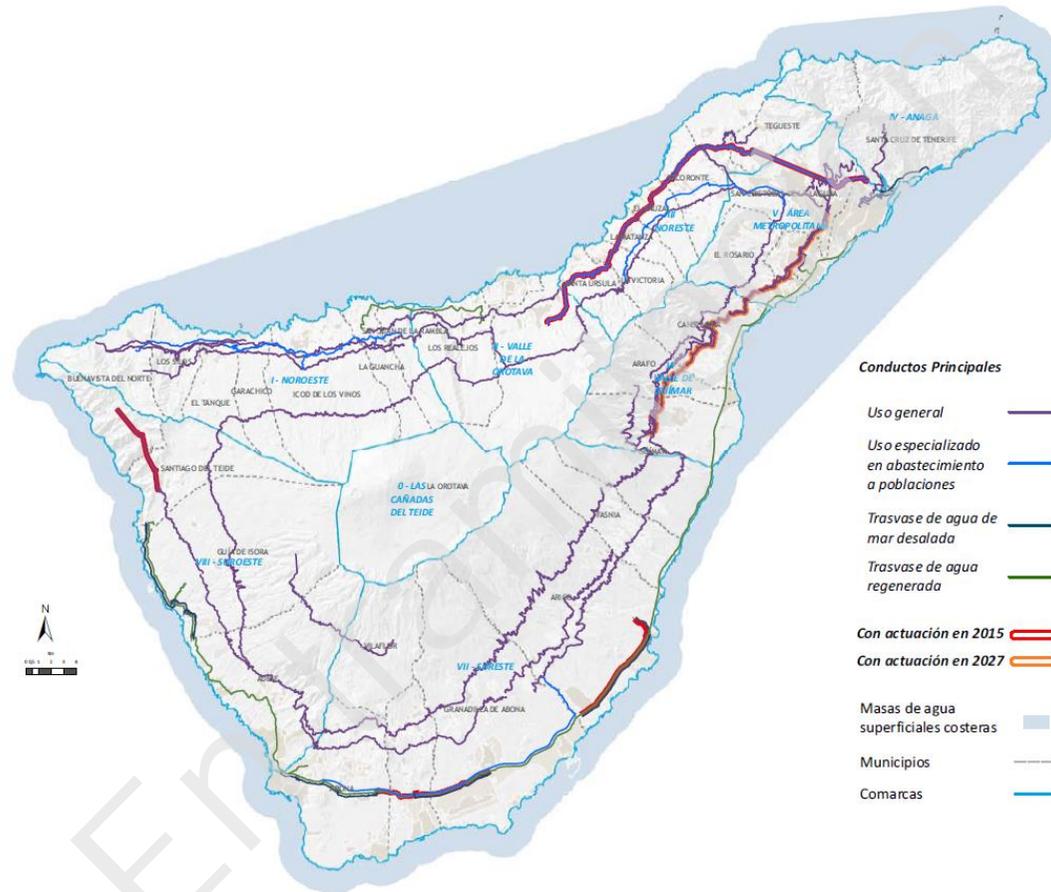
En cuanto a los puntos de producción de agua desalada destacan el de Santa Cruz de Tenerife, el de Adeje, Granadilla y Guía de Isora (Fonsalía).

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

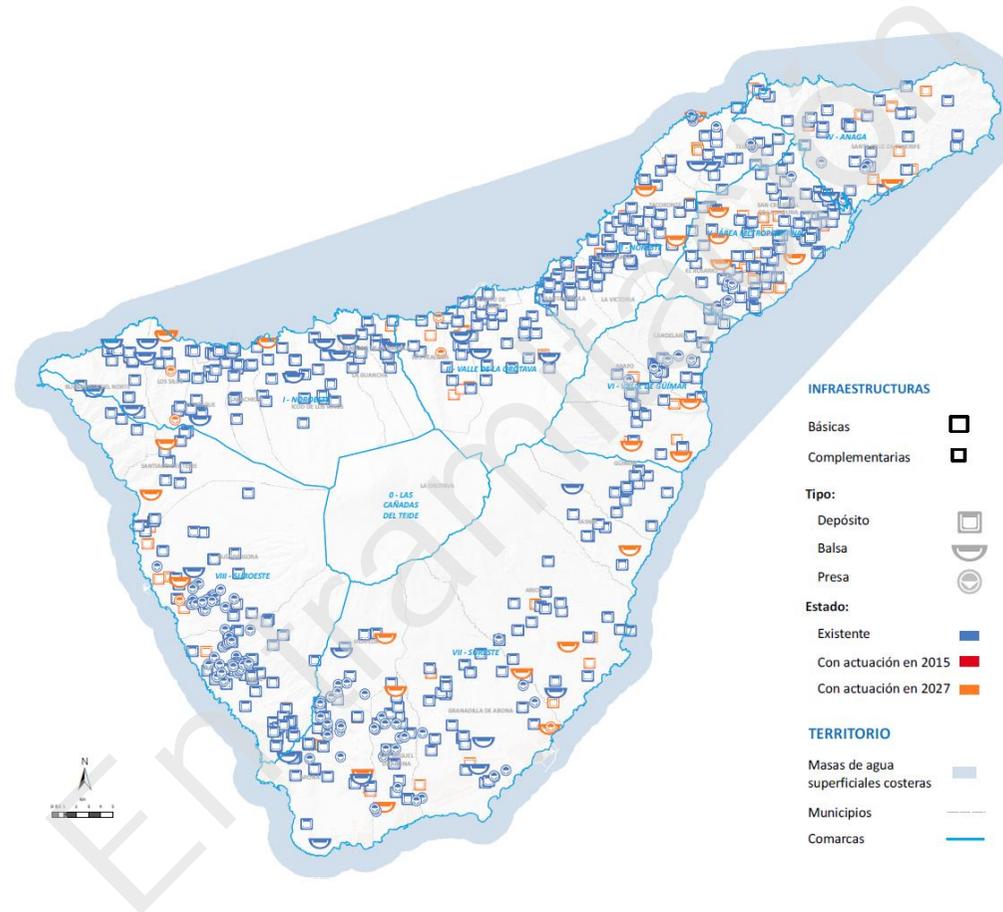
prácticos. La mayoría están en desuso o se encuentran en proceso de regresión, tanto por la propia geología de las cuencas de aportación como por el actual régimen de lluvias, además de otros condicionantes territoriales y de gestión.

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.

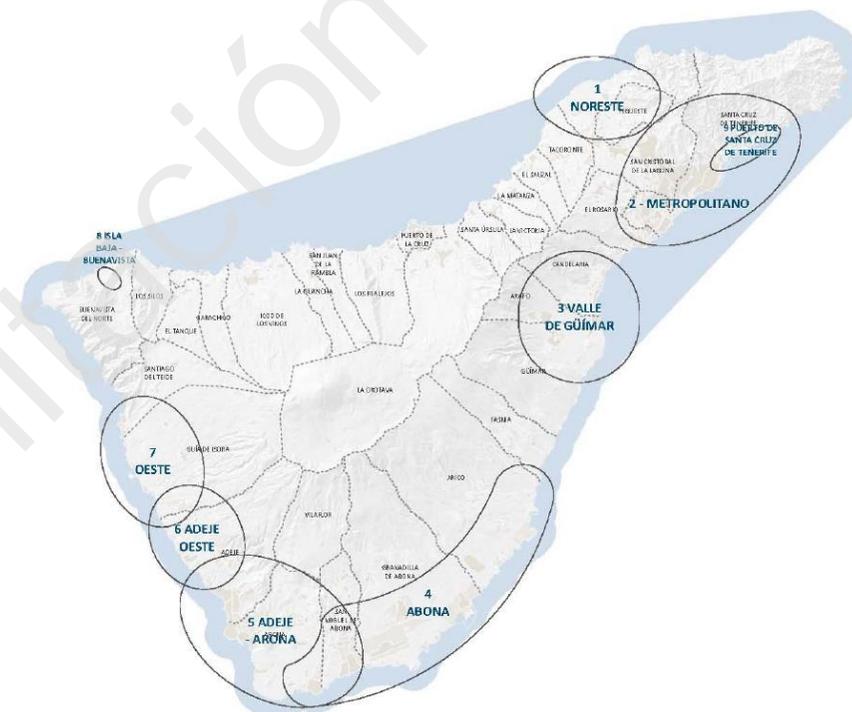


2.11.5.2 Sistemas territoriales para el suministro de agua de mar desalada

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.

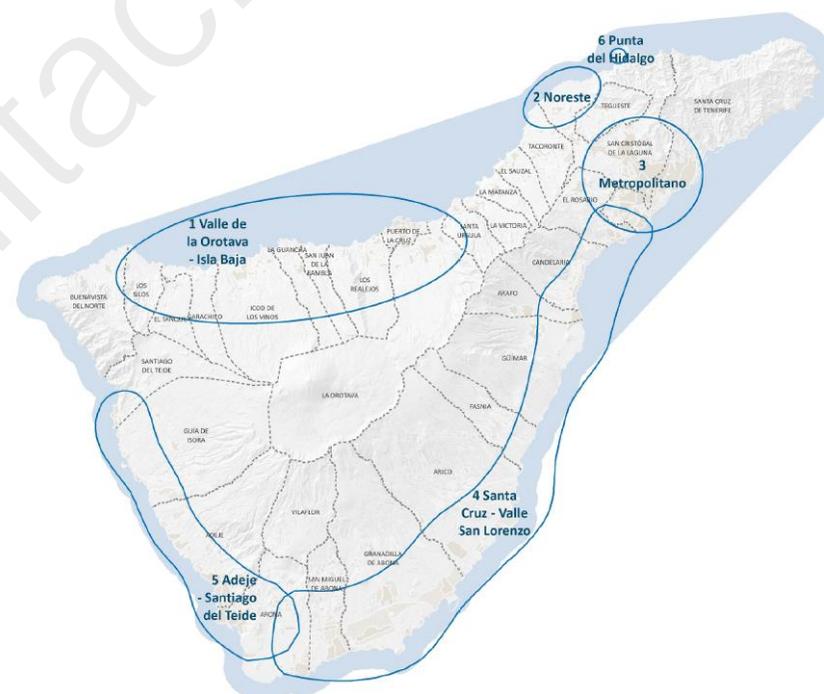
2.11.5.3 Sistemas territoriales para el suministro de agua regenerada

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)

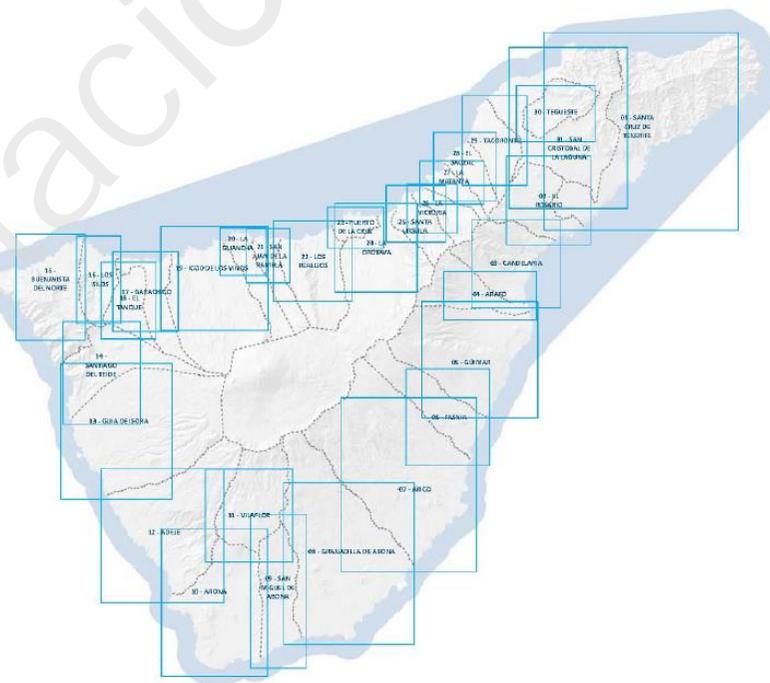
2.11.5.4 Sistemas territoriales de infraestructuras de abastecimiento de agua a las poblaciones

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.

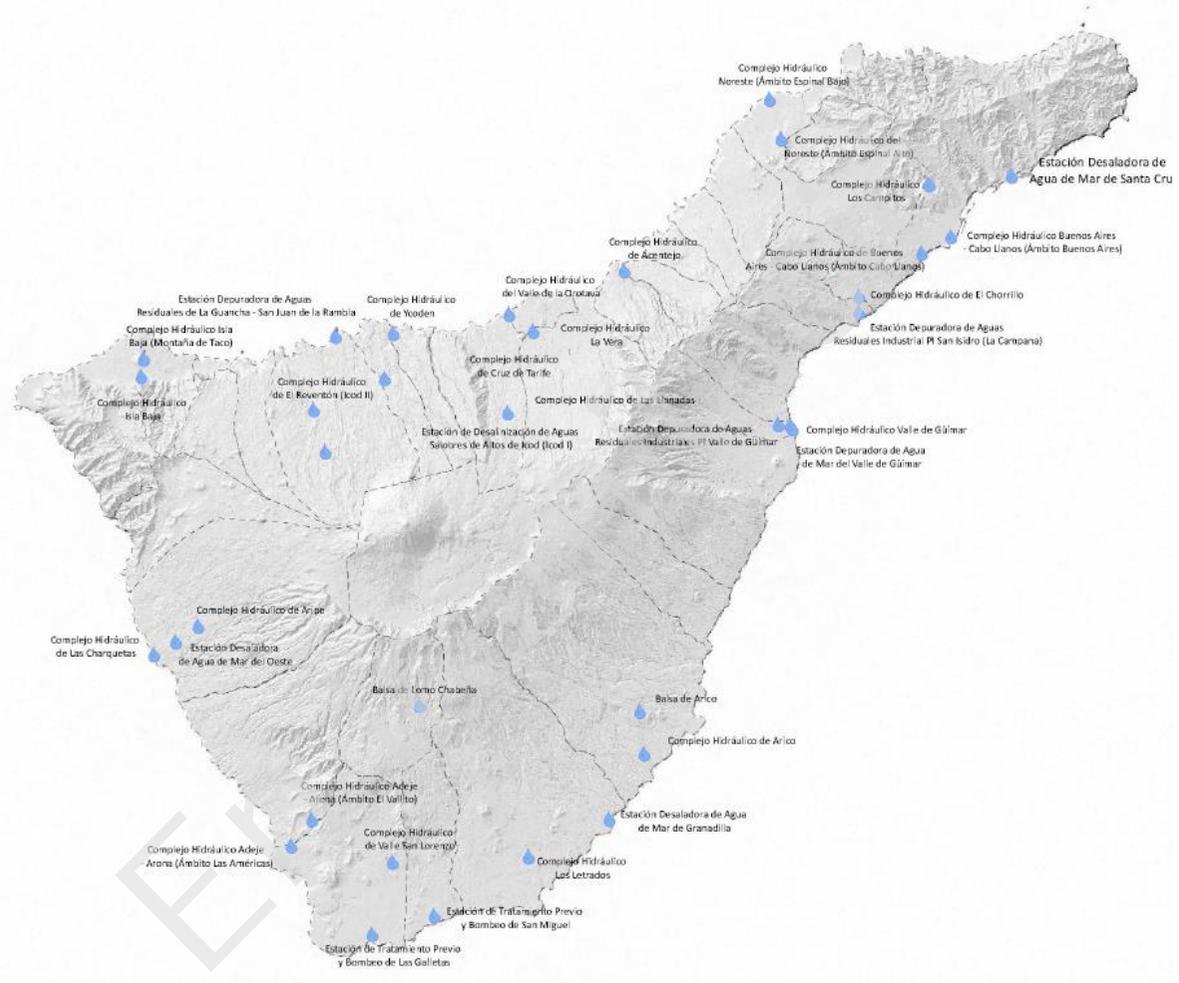
En la Figura 59 se representan estos ámbitos de implantación y su detalle puede consultarse en el anejo 2 del PHT2018.

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

Figura 59. Localización de ámbitos para la implantación de infraestructuras hidráulicas



Fuente: PHT, 2018 (Anejo 2)