

GEODIVERSIDAD

JORNADAS
TÉCNICAS

DE CANARIAS

Salida de campo

Estructura geológica de Teno y sus deslizamientos

Planteamiento de un itinerario



MNH

MUSEOS DE TENERIFE LA NATURALEZA Y EL HOMBRE



J. Sergio Socorro
Junio 2016
Serie GEA nº 1

Salida de campo

Estructura geológica de Teno y sus deslizamientos Planteamiento de un itinerario

Edita

Museos de Tenerife
Serie GEA nº 1 [2ª edición]

Autor

J. Sergio Socorro

Fotografía

J. Sergio Socorro

Mapa geológico

Reelaborado con los datos de
Longpré et al. (2009) y *Walter y Schmincke*, 2002

Mapa distribución diques

Reelaborado con los datos de *Walter y Schmincke*, 2002

Base cartográfica y ortofoto

GRAFCAN

Índice

Presentación	3
Visión general del itinerario	4
Mapa geológico	7
Mapa distribución de diques	9
Mapa fotográfico de las discordancias	10
Paradas previstas	
1 Mirador de Baracán	9
2 Cruce de Los Carrizales	12
3 El <i>sill</i> y la zona fracturada	13
4 Cruz de Gilda	14
5 Masca	16
6 El aglutinado de las “flamas” gigantes	17
7 Roque de Cherfe	18
	20
Referencias	18
Mapa general	19
Agradecimientos	19

Presentación

Con motivo de la organización de las Jornadas Técnicas sobre Geodiversidad de Canarias, decidimos adelantar estas páginas con el objeto de generar un debate, en el propio recorrido, que sirviera como práctica para los técnicos participantes.

En Teno hay multitud de puntos de interés geológico, pero tanto la “gea” como la “ingeniería” han coincidido en definir un trayecto en el que se concentra la auténtica originalidad de Teno, donde nos muestra las entrañas de su historia geológica.

Espero que lo disfruten y que el planteamiento del itinerario sirva para debatir y definir, entre otras cosas, qué puntos merecen ser acondicionados con pasillos peatonales, apartaderos, etc. De hecho, los lugares de mayor interés ya son perfectamente utilizables desde el punto de vista planteado en estas páginas.

Y concluyo con una cita que ya he empleado en otras ocasiones:

Resumiendo, el geoturismo hace uso del patrimonio a través de rutas que enlazan sitios de interés con el objeto de descubrir la historia geológica, o de otros temas relacionados, mediante la interpretación científica, traducida “in situ” a un lenguaje común. Esta actividad permite al turista comprender y disfrutar plenamente del paisaje que contempla (modificado de Gaitán y Álvarez, 2009).



Visión general del itinerario

Es frecuente considerar a Tenerife como una isla modelo donde se pueden observar dos deslizamientos casi vacíos (los valles de La Orotava y Güímar) que apenas se han rellenado, junto con otro casi completamente colmatado, como es el de Icod-La Guancha. Es el último deslizamiento acaecido en Tenerife (hace unos 180.000 años), tras el cual comenzó el crecimiento del Teide. En este deslizamiento aún quedan varios puntos que delimitan su perímetro, al margen de la pared de Las Cañadas, sobre la que se discute si es parte del propio deslizamiento o parte de varias calderas de colapso. Cerca de la costa se aprecian claramente sus límites laterales. Por un lado, el barranco de La Cantera, fronterizo entre los municipios de San Juan de la Rambla y La Guancha y, por otro, los riscos sobre Icod.

En el **itinerario por Teno** que proponemos, se pueden admirar otros **dos deslizamientos** que nos ofrecen una visión de su **estructura interior** gracias a las numerosas “ventanas abiertas” por la intensa erosión durante más de 5 millones de años.

Esta circunstancia resulta bastante sorprendente e inspiradora. Desde el punto de vista divulgativo-interpretativo supone un salto conceptual importante porque se trataría de transmitir hechos que no son evidentes a primera vista, lo que requiere que el público sea capaz de ver con otros ojos el relieve erosionado que nos muestra la naturaleza.

Se trata de dos deslizamientos que se sucedieron

en apenas 150.000 años, hace unos 6 millones de años. En el primero, lo más llamativo que se observa hoy es la discordancia entre los materiales más antiguos de Teno inclinados hacia el mar frente al relleno posterior, en capas horizontales, producto de la actividad volcánica surgida en el interior del vacío dejado por el deslizamiento. Parte de los nuevos materiales se acumularon horizontalmente hasta alcanzar la pared del anfiteatro, algo parecido a lo que sucede “hoy” en el circo de Las Cañadas; el resto, se encaminaría inclinado en la pendiente interior que se dirigía hacia la abertura de la depresión, donde hoy se encuentra Los Silos.

En el segundo deslizamiento no se observa una discordancia tan clara, sino que a lo largo de unos 7 km, casi de forma continua, aparecen diversos afloramientos del material triturado, hoy compactado, producto del gigantesco deslizamiento de escombros. Dicho material se menciona en la literatura geológica en inglés como *debrite* (de *debris avalanche*). Telésforo Bravo fue el primero que dedujo la importancia de este tipo de material y se refirió a él, en sus estudios del subsuelo del valle de La Orotava, como *mortalón*. Era el término usado por los obreros en la perforación de galerías para referirse a un material que les recordaba a la mortadela, por los variados y numerosos fragmentos de roca que contiene.

En varios lugares observaremos esta brecha de avalancha con un variado muestrario de los mate-



riales que se desplomaron y se vieron arrastrados por la avalancha, en su mayor parte, hasta el mar. **Brecha** es un término geológico genérico para designar materiales compuestos, en gran proporción, por fragmentos de rocas rotas, angulares en consecuencia, cementados de forma natural, en nuestro caso, por la enorme fuerza de compactación debida al peso del relleno posterior producto de los nuevos episodios volcánicos.

Por lo tanto, podemos decir que **en Tenerife** se observan deslizamientos en **tres modalidades** distintas, complementarias entre sí, que nos hablan de estados evolutivos diferentes en la vida de un **deslizamiento**:

- deslizamientos vacíos (Güimar y Orotava)
- deslizamiento casi relleno (Icod-La Guancha)
- deslizamientos antiguos, erosionados, que muestran su estructura interior (los de Teno)

Existe una cuarta categoría de otros deslizamientos, completamente rellenos, cuyos efectos solo son accesibles y observables desde galerías o en los fondos marinos.

Otra consecuencia de estos deslizamientos es que, debido a la **descompresión brusca** tras el desmoronamiento del edificio volcánico, pueden hacer erupción **magmas de alta densidad** que de otra forma sería más difícil que surgieran. Las lavas resultantes son frecuentes en la base de la secuencia de relleno de cada uno de los deslizamientos. Corresponden, principalmente, a **ankaramitas** que

tienen una composición cercana al basalto y que, en su forma más espectacular, surgen **cargadas de grandes cristales de piroxenos y olivinos**, a veces con una matriz muy reducida y con más del 50% del espacio ocupado por los cristales.

Vienen a ser magmas que llevan un largo tiempo de permanencia –y, por tanto, de cristalización de algunos de sus silicatos– en cámaras magmáticas emplazadas en el manto superior, a unos 20 km de profundidad (*Longpré et al.* 2009), que “de pronto” ven facilitado su ascenso. La proporción de cristales puede ser tan alta que **casi** podrían considerarse como rocas **plutónicas**. De hecho, se comportan como estas a la hora de ser erosionadas y, por ello, es frecuente ver numerosos bolas de erosión, rodeadas de material desmenuzado que se extiende a medida que la masa de lava ankaramítica se va alterando. También se observan diques y *sills** ankaramíticos.

El olivino presente no corresponde al tipo de los grandes nódulos arrastrados desde el manto más profundo, como los que aparecen en Lanzarote (variante que cristaliza a mayor temperatura, unos 1.400°), sino a cristales individuales que crecen en el seno de las mencionadas cámaras magmáticas, junto con los cristales negros de piroxenos.

(*) Los *sills* son inyecciones de magma similares a los diques, pero horizontales o muy inclinadas. Esta circunstancia hace que se puedan llegar a confundir con coladas de lava delgadas.



La pared norte del barranco Los Carrizales ofrece la mejor vista de la discordancia entre los **materiales** más antiguos de Teno **inclinados** hacia el mar frente al **relleno** posterior, en capas **horizontales**, producto de la actividad volcánica surgida en el interior del vacío dejado por el primer deslizamiento de Teno. En el mapa geológico hemos marcado el tramo de discordancia señalado en la fotografía. Bajo el Pico Baracán discurre el límite del 2º deslizamiento.

Entre Baracán y Cherfe se esconden las entrañas de la historia geológica de Teno

¡Qué espectacular! Pero ¿porqué están ahí esos imponentes paredones de Masca?. La razón más probable la encontrará en estas páginas, aunque faltaría hacer una secuencia esquemática para una mejor comprensión.



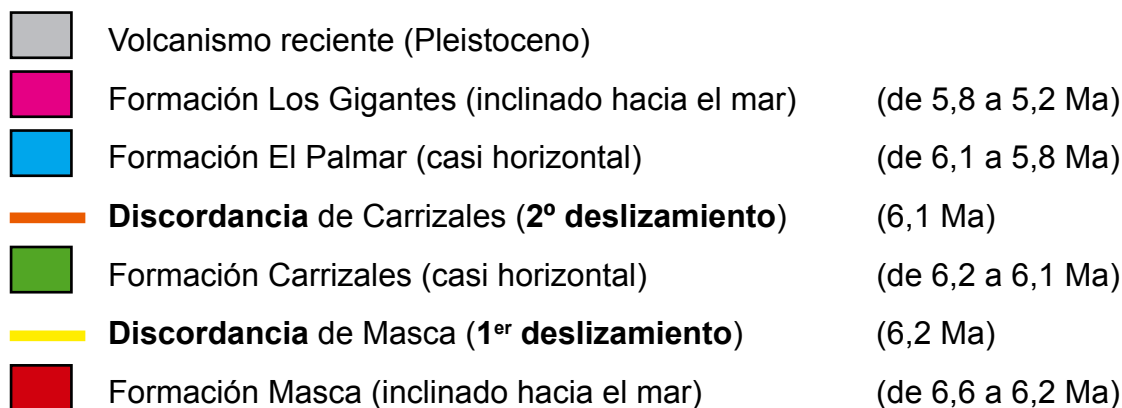
Pico Baracán ↓

Degollada de Cherfe →

Los deslizamientos llevan aparejado un sistema de fallas en la franja cercana a cada uno de los desplomes. Este hecho condiciona el funcionamiento general de la erosión convencional en este sistema de barrancos. Si nos fijamos, apreciaremos que las cuencas que alcanzan los bordes de las avalanchas, tienen sus cabeceras mucho más anchas que el curso inferior, todo lo contrario de lo que cabe esperar en el avance normal de la erosión.

Este hecho es muy patente en las cuencas de Los Carrizales y Masca. Cuando la erosión alcanzaba los materiales debilitados por las fracturas, se producían desplomes generalizados en las cabeceras de los barrancos, fenómeno que debió acelerar el avance de la erosión.

2 km



Mapa geológico del macizo de Teno con datos de Longpré *et al.* (2009) y Walter y Schmincke (2002). Los márgenes de edad son aproximados y se han simplificado dado que se superponen datos de cinco equipos diferentes (ver tabla 1 de Longpré *et al.* (2009)). En la discordancia correspondiente al primer deslizamiento se ha marcado el tramo señalado en la fotografía superior izquierda y en la portada.

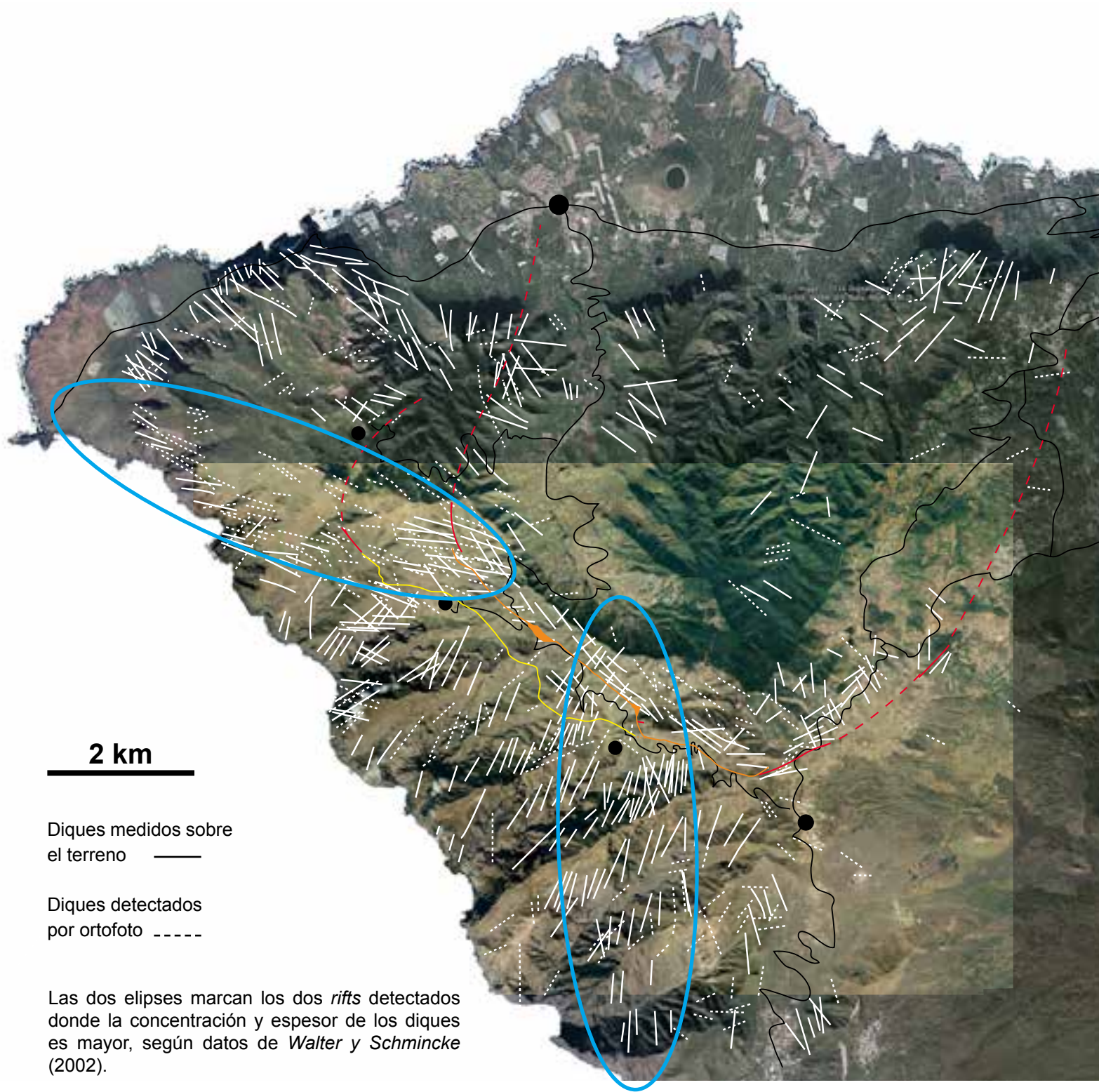


↑ Pico Baracán

Brecha del 2º deslizamiento

Vistas desde el mirador de Baracán





Mirador de Baracán

Además de ofrecer un contacto visual inicial con la discordancia del primer deslizamiento (ver la portada), este mirador nos permite apreciar la intensa densidad de diques, enjambre que conforma un antiguo *rift* de Teno dirigido hacia el noroeste. Las capas de lava más o menos horizontales que se observan bajo el pico Baracán, y a su izquierda, corresponden al relleno del segundo deslizamiento (formación El Palmar) cuya frontera y afloramientos

de brecha están desdibujados en esa ladera donde sobresalen varios diques a modo de paredes; la mayor facilidad de erosión de la brecha hace que los diques sobresalgan.

[La erupción reciente de El Palmar está datada en 153.000 \pm 6.000 años (*Carracedo et al, 2008*)]



Cabecera del barranco de Masca. La perfecta horizontalidad y grosor de la colada de grandes columnas puede corresponder a un lago de lava. Encima tiene un nivel que aparenta ser otra brecha.



La discordancia del primer deslizamiento cruza la estrecha pared vertical (en sombra en la foto superior) del interfluvio que separa el barranco de Masca del de Juan López, pero solo se observa cómo los materiales volcánicos de ambos paquetes se imbrican entre sí, aparentemente sin brecha entre ellos. En cambio, las 3 líneas inferiores marcan la base de afloramientos de brecha con un espesor considerable, sobre todo el más bajo. En el lado izquierdo de la pared vertical se observan varias fracturas verticales correspondientes a la franja afectada inmediata al primer deslizamiento.

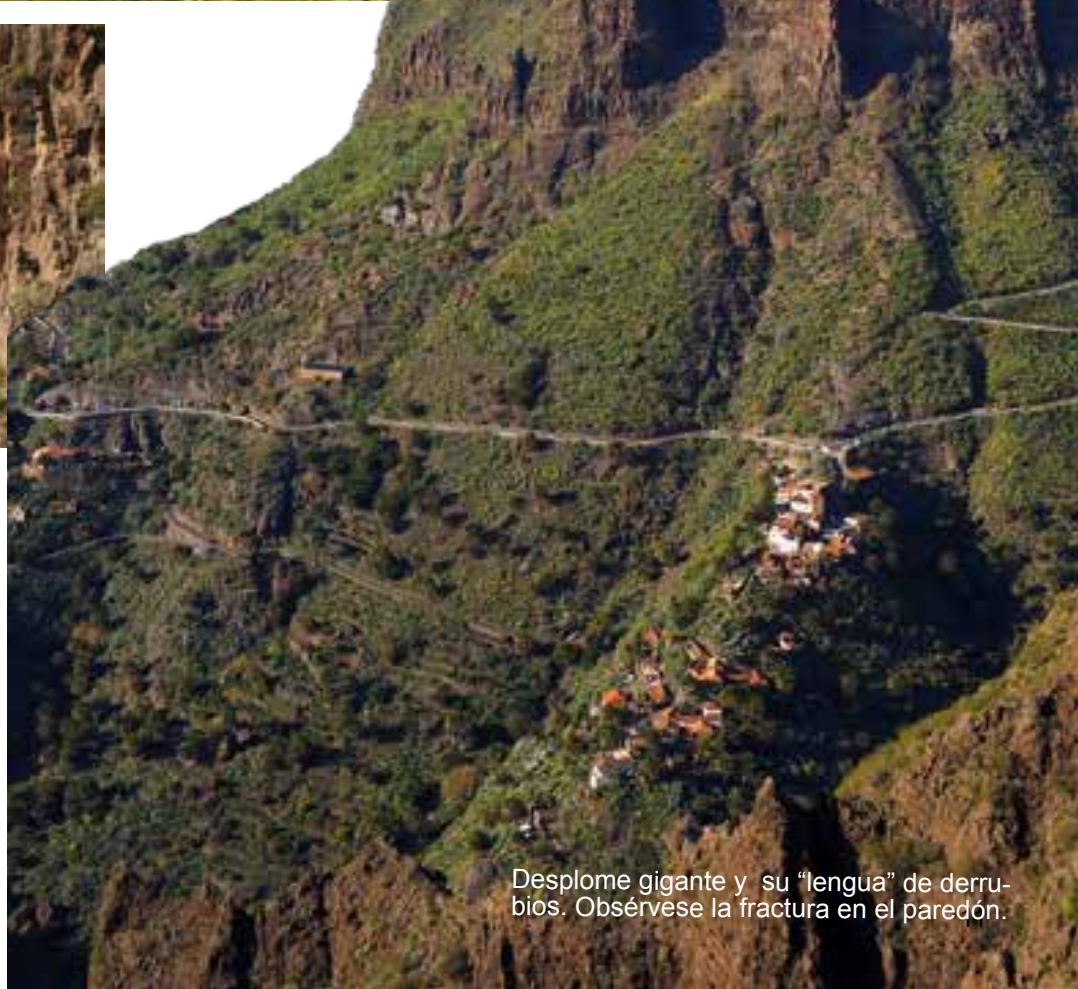


- Discordancia del 1^{er} deslizamiento
- Discordancia del 2^o deslizamiento (brecha visible)
- Lengua de derrubios



Disyunción columnar y variación vertical en cada columna

En el tercer zigzag de la carretera por encima de Masca, se ven, repetidamente, afloramientos de la brecha del segundo deslizamiento, hasta que se llega a un sector en el que la carretera se mantiene en horizontal. En este tramo, la brecha aparece casi continuamente en el trazado de la vía. Luego, parece ser que asciende hasta alcanzar al Roque de Cherfe, aunque no hemos examinado ese sector todavía.



Desplome gigante y su "lengua" de derrubios. Obsérvese la fractura en el paredón.



Cerca del cruce que conduce a Los Carrizales se encuentra el mayor afloramiento de “mortalón” del segundo deslizamiento de Teno. En su parte superior acumula varios estratos inclinados que inducen a pensar que, al menos en esta zona, se sucedieron varios desplomes secundarios.



En el propio cruce, el trazado de la carretera muestra un “corte fresco” de los componentes y la matriz de la brecha que, en muchos lugares, contiene intercalados depósitos de lapilli. En este punto, la parte inferior de la capa amarilla de lapilli puede representar la frontera del segundo deslizamiento.

Cruce de Los Carrizales

Además del **“mortalón”** al alcance de la mano, hay varios elementos de interés:

- 1º vista hacia el pueblo y hacia la discordancia del primer deslizamiento examinada en la parada anterior. Desde aquí tenemos una visión lateral, con mejor perspectiva, para apreciar los dos **paquetes de lava discordantes**.
- 2º vista hacia el **Roque de los Carrizales**, paquete de lavas horizontales en cuya base se puede ver la brecha del primer deslizamiento siguiendo el camino que se distingue por su base.
- 3º divisar la **brecha** a unos 150 m y la del corte de carretera en el cruce.
- 4º juego de los **diques** ...



Sill

El sill y la zona fracturada

En la franja cercana a cada deslizamiento, los materiales, aunque no llegaron a desplomarse del todo, sí se vieron debilitados y sometidos a diversas fracturas. A lo largo del recorrido veremos varios **espejos y brechas de falla**, así como numerosas fracturas. Esos espacios debilitados por los desplomes también facilitaron la inyección de diques y *sills*. Por otro lado, visto globalmente, todo este **perímetro de fracturas** posiblemente condicionó el avance posterior de la erosión y sería una posi-

ble razón que explicaría el semianillo elevado tan particular del relieve de Teno. Dicho en otras palabras, los principales barrancos del oeste de Teno habrían avanzado en sus cabeceras hasta alcanzar el perímetro fracturado del 2º deslizamiento, zona en la que actuaría en su momento con gran velocidad para luego encontrarse con un paquete volcánico más consistente, donde el avance está siendo más lento.



Fractura con espejo de falla. En la foto de la derecha se observa la cercanía entre la zona fracturada y la brecha del 2º deslizamiento.



Brecha 2º
deslizamiento



El deslizamiento se prolongaba a mucha mayor altura

- La parte no deslizada, pero cercana al deslizamiento, queda muy afectada por numerosas fallas y fracturas que luego aceleran los procesos erosivos convencionales produciendo desplomes a favor de las mismas.

Cruz de Gilda

En esta zona se pueden realizar numerosas observaciones.

Mirador de Masca:

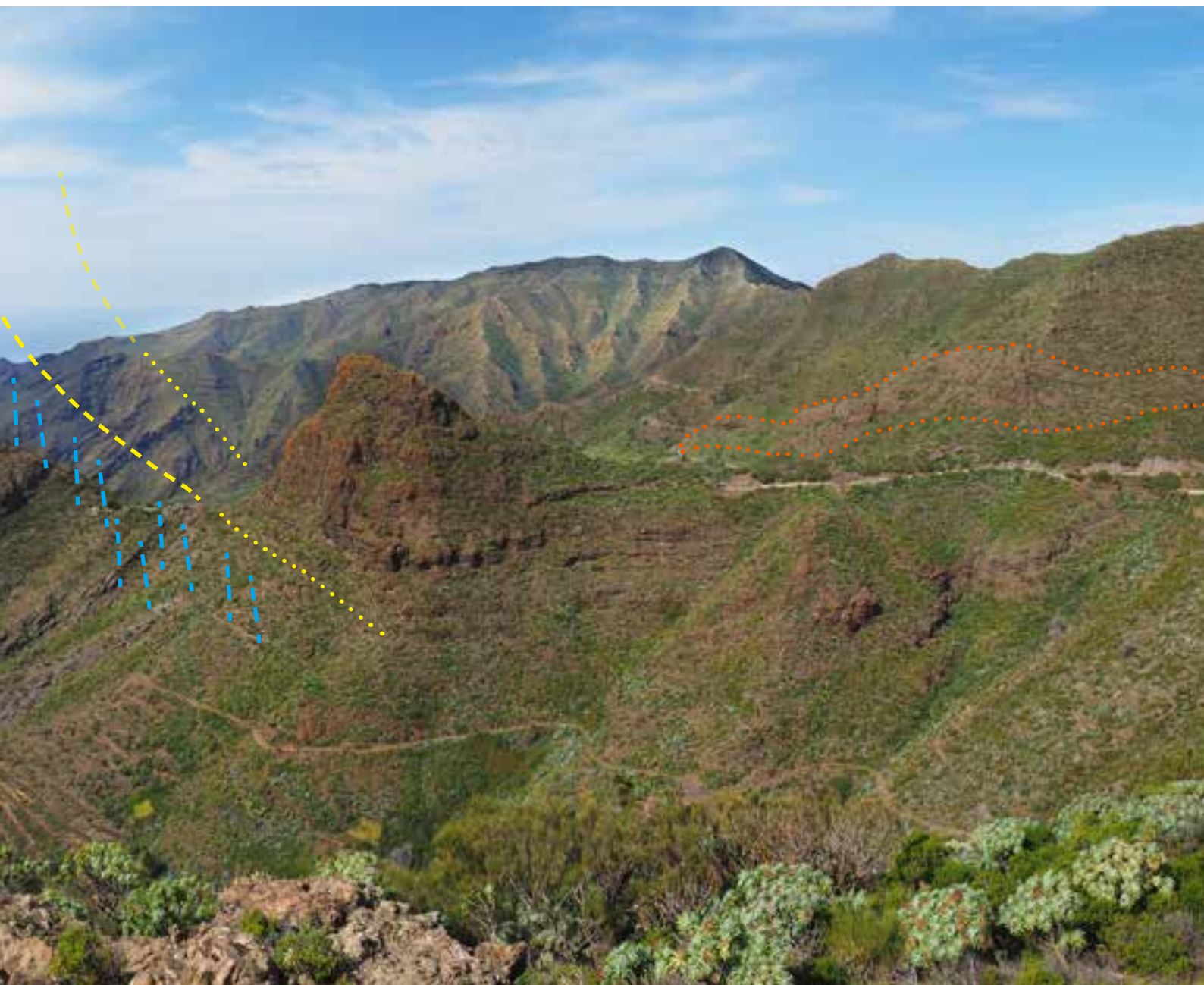
- Columna de El Tarucho (foto izquierda):
 - Cono volcánico sepultado
 - Basaltos con disyunción columnar
 - Brecha del segundo deslizamiento: sobre ella, fuentes, palmeras y sauces
- A la derecha de Masca, se ve alta densidad de diques con dirección norte sur

Camino-carretera a La Vica:

- Corte de unos 150 m en la brecha del segundo deslizamiento

Corte sur del aparcamiento:

- Dique sin continuidad hacia arriba (interrumpido por una falla).
- Espejos de falla en fracturas longitudinales. La



visión es perpendicular a la dirección de la fractura, de forma que el bloque superior debe ser el hundido (foto drch.).

- La colada de enfrente, con bolas, la veremos de cerca desde el sendero que hay detrás

Descenso por el asfalto (unos 100 m hasta el cartel). Se ven:

- Flujos pahoehoe.
- Falla, con salto de 1 m, con aspecto de dique que en realidad es brecha de falla. En la brecha se distinguen, deformados (dobladados hacia arriba), los materiales de cada capa afectada por el salto de falla.
- Inyecciones o *sills* en lentejones de ankaramita en bolas.

Recorrido al “**lomo de la ankaramita**” y “**mirador de las discordancias**” (foto superior)

El martillo está sobre un dique que queda interrumpido por una fractura marcada por un espejo de falla rojizo. Al ser una zona muy “triturada”, por su cercanía al segundo deslizamiento, se ven espejos de fallas a varias alturas.



Masca

Concentraremos las observaciones en el corte realizado para ensanchar el aparcamiento.

- **Depósito freatomagmático** con materiales dispuestos de forma característica por cada una de las distintas explosiones: en la base de cada episodio explosivo aparecen grandes cristales negros de piroxenos entre otros rojos de olivino alterado (son minerales muy densos por su riqueza en hierro). En progresión ascendente aparecen materiales cada vez más finos hasta

formar una película muy compacta con la última capa de polvo agregada por cada estallido.

- Se observa la estructura interior y fracturación de varios **diques**, algunos de ankaramita
- Alejándonos del corte, se aprecian otros **afloramientos de la brecha** en la base del imponente risco que domina sobre Masca; también, lo que sería la zona de confluencia y desaparición de la brecha del primer deslizamiento bajo la del segundo.



Depósito freatomagmático con materiales dispuestos de forma característica por cada una de las distintas explosiones: en la base de cada episodio explosivo aparecen grandes cristales negros de **piroxenos** entre otros rojos de **olivino**.

El aglutinado de las “flamas” gigantes

Coronando lo que sería la Formación Masca aparece un depósito traquítico, de unos 80 m de espesor (se observa en dos tramos sobrepuestos de un zigzag de la carretera)

Tiene estructura de **aglutinado**, aunque **fuera de lo común** por los elementos de enormes proporciones. Su erupción pudo ser el disparador del primer deslizamiento de Teno.

En su parte superior se observa una **fractura** inclinada, paralela a la carretera, con un **espejo de falla** de bastante superficie.

Probablemente está asociada al segundo deslizamiento cuya brecha se encuentra cercana, por encima. Hay que recordar que nos encontramos en la zona en que el límite del primer deslizamiento ha desaparecido por efecto del segundo.



Espejo de falla por encima del aglutinado



Las enormes bandas de este aglutinado son de obsidiana. Comparar con las cañas y la tabaiba.



Roque de Cherfe

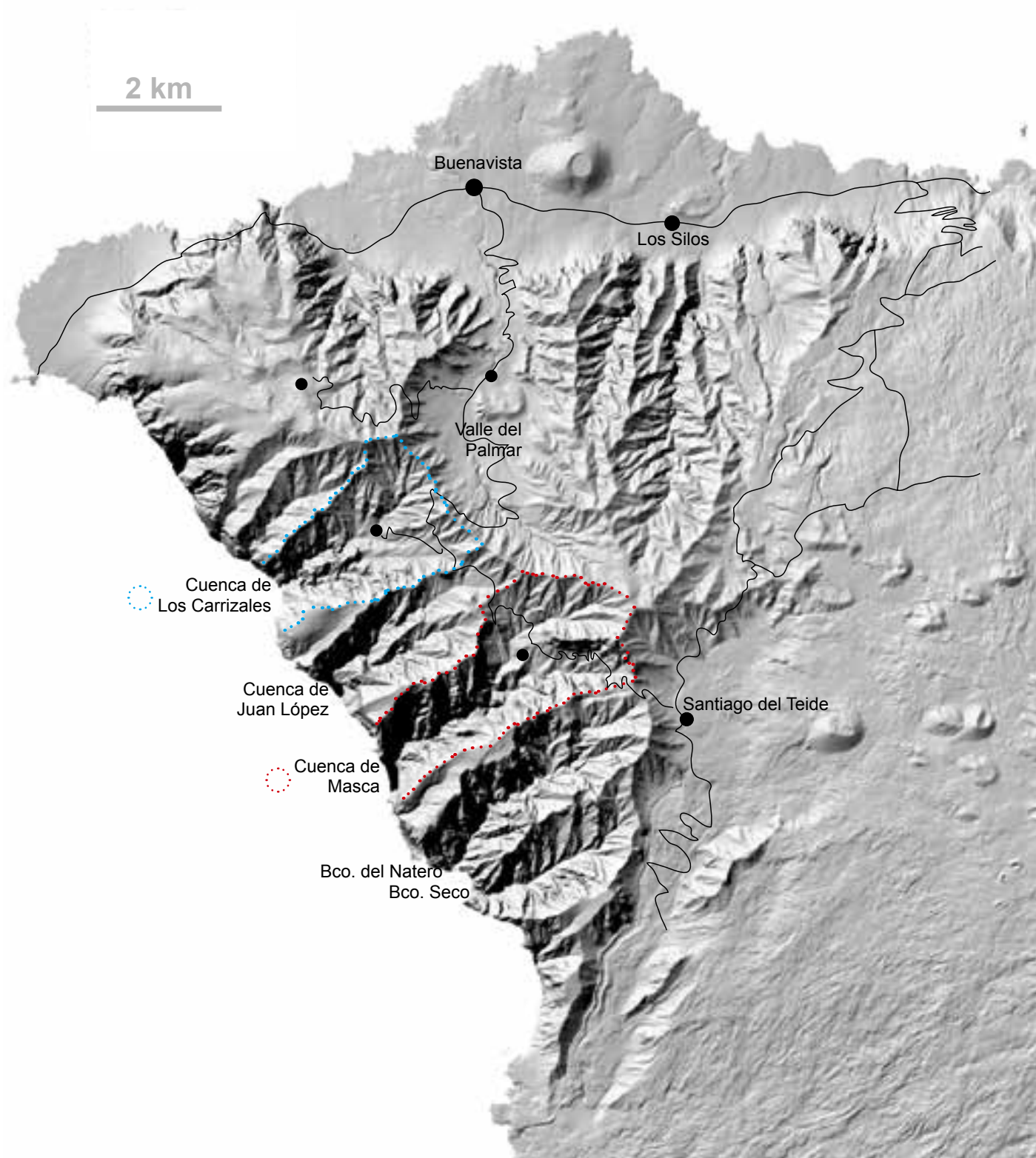
Este roque está constituido de brecha. En este punto la discordancia pasa al exterior de la cuenca de Masca de forma que el paquete superior de lavas horizontales, con brecha en su base, se puede observar desde Santiago del Teide.

En el roque, la brecha se entremezcla de forma muy vistosa con depósitos rojos de lapilli alterado.

Referencias

- Ancochea E, Fúster JM, Ibarrola E, Cendrero A, Coello J, Hernan F, Cantagrel JM, Jamond C (1990) Volcanic evolution of the island of Tenerife (Canary Islands) in the light of new K–Ar data. *J Volcanol Geotherm Res* 44:231–249
- Cantagrel JM, Arnaud NO, Ancochea E, Fúster JM, Huer-tas MJ (1999) Repeated debris avalanches on Tenerife and genesis of Las Cañadas caldera wall (Canary Islands). *Geology* 27:739– 742
- Carracedo, J.C.; Rodríguez Badiola, E.; Guillou, H.; Pater-ne, M.; Scaillet, S.; Pérez-Torrado, F.J.; Paris, R.; Rodrí-guez González, A. & Socorro, S. 2008. El Volcán Teide, Volcanología, interpretación de paisajes e itinerarios co-mentados. Ediciones Saquiro, Santa Cruz de Tenerife, 603 pp. (3 tomos).
- Longpré, M.-A., V. R. Troll, T. R. Walter, and T. H. Hansteen (2009), Volcanic and geochemical evolution of the Teno massif, Tenerife, Canary Islands: Some repercussions of giant landslides on ocean island magmatism, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 10
- Thirlwall MF, Singer BS, Marriner GF (2000) 39Ar–40Ar ages and geochemistry of the basaltic shield stage of Te-nerife, Canary Islands, Spain. *J Volcanol Geotherm Res* 103:247– 297
- Walter, T. R., and H.-U. Schmincke (2002), Rifting, recur-rent landsliding and Miocene structural reorganization on NW- Tenerife (Canary Islands), *Int. J. Earth Sci.*, 91(4), 615 – 628





Agradecimientos

Aunque este documento es todavía un **trabajo preliminar**, realizado con motivo de las **Jornadas de Geodiversidad** celebradas en el Museo de Ciencias Naturales los días 7 y 8 de abril de 2016, deseo expresar mi agradecimiento a Domingo Sosa por esa excursión a principios de 2016 que me abrió los ojos ante unos hechos en los que no había reparado. También, a Esther Martín y a Nuria Prieto por la revisión y comentarios críticos sobre el texto y a Carlos González por propiciar la continuación de esta línea de actuación.

NATURE AND MAN NATUR UND MENSCH



"don't miss this Museum"



"A top class exhibition."



"a visiter absolutment"



"Muy, muy, muy RECOMENDABLE"



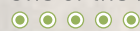
"Отлично!"



"Great collection and well curated"



"One of the best natural history museums I've seen."



"Un bello recorrido por la naturaleza volcánica de las islas y la historia viva de los guanches"

