



Modelos geológicos en 3D de la isla de Tenerife

Ilazkiñe Iribarren Rodríguez

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) i a través del Dipòsit Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) y a través del Repositorio Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service and by the UB Digital Repository (diposit.ub.edu) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



MODELOS GEOLÓGICOS EN 3D DE LA ISLA DE TENERIFE

Itzkiñe Iribarren Rodríguez

Programa de Doctorado de Ciencias de la Tierra

Departamento de Geodinámica y Geofísica

Universitat de Barcelona

Joan Martí Molist
Director

Joan Manuel Vilaplana
Tutor



Barcelona 2014

Capítulo 6

DISCUSIÓN

El capítulo de discusión está estructurado en varias secciones, tratando de responder a las principales cuestiones e incógnitas planteadas durante el desarrollo de esta tesis doctoral y en base a los datos y resultados obtenidos.

Tal como se expuso en el primer capítulo, el objetivo principal de la tesis es mostrar la geología observable de Tenerife en un modelo 3D que integre los datos geológicos, de superficie y de subsuelo, disponibles, así como los datos geofísicos. Con ello, lo que se pretende es disponer de una información precisa sobre la disposición espacial de las distintas unidades litológicas y estructuras que conforman la isla de Tenerife, con el fin de que pueda ser usada para contrastar la validez de estudios previos, y para que constituya la base para estudios futuros sobre la geología y geofísica de la isla. Asimismo, la información generada podrá ser utilizada para comprender mejor los grandes procesos destructivos que han configurado la evolución de Tenerife y optimizar los recursos destinados a la vigilancia volcanológica y a la exploración de recursos hídricos en la isla.

6.1 DATOS GEOLÓGICOS, GEOFÍSICOS, TOPOGRÁFICOS Y BATIMÉTRICOS

Con intención de contrastar los datos de las fichas del CIATF, que son la base fundamental de la modelización, se accedió a un número reducido de galerías (Río de Guía, Pino Soler, Río de la plata y Chifira), pudiéndose comprobar que lo observado en estas galerías se corresponde con las descripciones encontradas en las fichas de CIATF, lo que permite validar, en términos generales, la información usada. En algunos casos los límites pueden diferir en alguna decena de metros, pero no parece un problema relevante para la escala de trabajo. Muchas veces el detalle de la geología descrita se excede, ya que las unidades utilizadas para la modelización son bastante bastas por el hecho de abarcar una región importante (la isla casi al completo). La dificultad principal en la traducción de la información del registro geológico a una base de datos en función de las unidades volcano-estratigráficas definidas radicó en la variedad de criterios

utilizados en el registro del CIATF por ser personal diverso el que realizó las descripciones.

En referencia al número de galerías descritas y la longitud de las propias descripciones frente a la longitud actual, cabe destacar que la información disponible no llega al 50% del número de perforaciones existentes, además de no disponer de las descripciones a lo largo de las trazas y ramales completos. Considerando la relación que tienen los depósitos de avalancha con las surgencias de agua, y su consiguiente importancia en las excavaciones para el abastecimiento de la población, existe un número inestimado de galerías, preferentemente situadas en los valles de deslizamiento, que incluso en la actualidad se siguen perforando. Esto conlleva la existencia de un potencial de información actualmente no recabada y con relevante información sobre el subsuelo de Tenerife, principalmente en dichos valles de deslizamiento.

Es importante destacar que la información que aportan las perforaciones (tanto pozos como galerías), es muy reducida frente al volumen total de la isla. Por el contrario, se sale de lo habitual la densidad de perforaciones con información del subsuelo en Tenerife, si pensamos en términos de estudios de prospecciones como es el caso de las explotaciones petrolíferas. La información disponible para la creación de modelos 3D es voluminosa, pero no hay que olvidar que las modelizaciones son interpretaciones ajustadas a los datos reales.

Para el caso de los pozos, cuyas descripciones geológicas abarcan el 47% del número de pozos existente, no se ha podido hacer un contraste de información porque no se pudo acceder a ninguno. También es cierto que su longitud es de 1 ó 2 órdenes de magnitud menor que en las galerías, y que se encuentran en la zona costera de la isla. La excepción son los sondeos de investigación de Las Cañadas, cuyas descripciones son bastante detalladas y han sido usadas para varios estudios ya publicados (Ablay et al., 2000; Marrero, 2010).

La información de la geología de superficie es también mucho más detallada de la requerida en este trabajo. Por ello se hizo una simplificación del mapa del IGME (Geode2006) para la isla de Tenerife de tal manera que se diferenciases las unidades volcánico-estratigráficas que se han utilizado en la modelización. Este mapa simplificado es el que se ha considerado como geología de superficie a la hora de levantar las

secciones, y el que ha servido de contraste para corroborar los resultados de los modelos obtenidos en superficie.

Para la modelización resultan fundamentales la topografía y batimetría, ya que se consideran estas superficies como límite para las unidades volcano-estratigráficas. La densidad de información batimétrica es menor (100 m de celda) que la topográfica (25 m de celda). Para trabajar en ArcGis sólo fue necesaria la topografía, ya que el trabajo se limitó a la zona subaérea. Sin embargo hubo que fusionar los dos archivos en uno sólo para trabajar en la modelización con el software GeoModeller2013, funcionando correctamente a pesar de mostrar una resolución diferente la zona subaérea de la submarina.

En referencia a los resultados de la microgravimetría, éstos no han podido ser incorporados directamente en los modelos por no implicar una superficie o límite neto entre las unidades volcano-estratigráficas. Sin embargo, su información ha sido valiosa para poder definir la extensión y alcance vertical de ciertas estructuras, como las supuestas fallas de colapso, que han sido introducidas en los modelos realizados.

La visualización de la superficie interpolada de los resultados del estudio magnetotélúrico de Coppo et. al (2008) ya mostraba una morfología de la caldera de Las Cañadas y zonas de alteración hidrotermal muy particular, que ayudó a la comprensión de la estructura de Las Cañadas del Teide. Los resultados de los puntos de estudio se pudieron importar en el software de modelización geológica como una contribución a la geología del entorno de la caldera de Las Cañadas del Teide. En las zonas de alteración hidrotermal se percibe una subida de la superficie de contacto entre la capa resistiva y la conductora, no dándole validez a estos resultados a la hora de relacionarlos con el contacto entre las unidades de Teide-Pico Viejo y Cañadas. La aplicación de estos resultados en la modelización ha sido considerable a la hora de interpretar la geología de la depresión de Las Cañadas, principalmente en la zona oriental, donde la densidad de puntos es mucho más elevada.

6.2 UTILIZACIÓN DE LA MODELIZACIÓN EN 3D

Ya se ha mencionado que los softwares desarrollados para la modelización geológica en 3D esencialmente tienen su origen y aplicación en la prospección

petrolífera, cuyos terrenos son principalmente sedimentarios con una influencia tectónica mayor o menor. En nuestro caso se han aplicado softwares desarrollados para estos propósitos a un terreno tan particular como puede ser una isla de origen volcánico.

El primer problema encontrado en base a esto fue la definición de la columna estratigráfica sintética o tipo. Tenerife está formado en base a dos complejos coetáneos a lo largo de su historia geológica (complejo central y complejo de escudo basáltico). Para afrontar este problema se realizaron subdivisiones de las unidades volcano-estratigráficas, de manera que se intercalasen ambos complejos facilitando así sus contactos laterales.

La segunda cuestión que surge en base al software y la particularidad de este proyecto es la numerosa existencia de perforaciones horizontales. Habitualmente las perforaciones suelen tener carácter vertical o subvertical. Pueden incluso darse sondeos cuyo azimut varíe 90° en algún punto. Pero en nuestro caso, el grueso de las perforaciones se asumen directamente como horizontales (realmente tienen una inclinación de 5 %). El programa RockWorks no aceptaba correctamente esta condición de las perforaciones horizontales, porque los contactos entre las unidades los suponía como verticales. Finalmente en el software Geomodeller2013 no se han considerado las perforaciones a la hora de computar los modelos. Sin embargo, este segundo programa ofrecía la posibilidad de trabajar fácilmente con secciones sobre las que se proyectaban los sondeos.

El tercer punto, y quizás el más condicionante, fue el volumen de información introducida en Geomodeller2013, ya que excedió la capacidad del software. Habría sido óptimo poder hacer uso de las secciones, al mismo tiempo que de la geología de las perforaciones, a la hora de computar el modelo y generar los volúmenes y superficies en 3D. Sin embargo, hubo que elegir, dejando de lado las perforaciones a la hora de realizar los cálculos de los modelos, al igual que algunas secciones que hubo que desestimar por ser el total de ellas muy numeroso. Esto llevó a ponerse en contacto con el support de Geomodeller para poder acabar de computar los dos proyectos montados (en base a las dos hipótesis de generación de Las Cañadas) con las siguientes consecuencias: elongación temporal en la ejecución del trabajo y limitación en las posibles correcciones de los modelos. Una de las consecuencias de este problema es que la resolución en el eje z no es igual para los dos modelos sobre el origen de la caldera de

Las Cañadas, siendo de 160 m para el modelo de deslizamiento y 200 m para el de colapso.

En referencia a la geología estructural de los modelos hubo que adaptarse a las características del programa. Esto incumbe a tres estructuras principales: deslizamientos, fallas de colapso e intrusiones magmáticas.

En ambos modelos existen evidencias de deslizamientos como génesis de los valles de Icod, La Orotava y Güímar. Se barajó la posibilidad de considerar las superficies de deslizamiento como fallas lítricas, pero esto no ofrecía resultados coherentes en los modelos. Por ello, finalmente se definieron los depósitos de avalancha como unidades erosivas respecto a las unidades inferiores.

En el caso de las fallas de colapso de caldera se simplificaron como una única superficie para cada colapso, limitando un bloque uniforme o pistón, en lugar de definirlos como un conjunto de fallas tipo piece-meal. Aunque afectan a los materiales de Cañadas y anteriores a estos, visualmente el programa las dibuja desde la base del proyecto (4000 m bajo el mar) hasta el contacto con la superficie topográfica. Su proyección en las imágenes tridimensionales no es por lo tanto real, pero nos da una idea de sus límites laterales, más a considerar que los del eje z.

De igual forma se obviaron los conductos de alimentación de las emisiones, tanto del complejo central desde la cámara magmática somera como del complejo de escudo basáltico a través de los rift NE y NW y zona volcánica del sur. El complejo de diques ha sido totalmente obviado en la construcción de los modelos a esta escala.

Cabe mencionar, que la representación en 3D de la geología de Tenerife es algo novedoso. Los cortes transversales ya se habían representado en varios trabajos, pero aquí tienen la ventaja de ser los resultados de un cómputo que supera la centena de secciones, y en consecuencia los resultados de cada sección encajan con el resto de ellas. Pasamos de las líneas de contacto entre unidades a las superficies en tres dimensiones. La modelización en 3D nos da un punto de perspectiva más global de la construcción interna de Tenerife.

Es importante señalar también que los modelos presentados son modelos interpretativos de cada una de las dos hipótesis sobre la formación de la caldera de Las Cañadas, basados en los datos disponibles. En este sentido, los modelos no se ajustan

únicamente a los datos reales, sino que extrapolan información para poder visualizar lo que la geología de Tenerife debería ofrecer en caso de una u otra solución para explicar el origen de dicha depresión. Esto conlleva que en los dos casos, si comparamos con los datos geológicos y geofísicos existentes, ambos modelos puedan sobreinterpretar las consideraciones que podrían obtenerse ciñéndose solamente a los datos reales. Sin embargo, esta posible sobreinterpretación es necesaria si queremos visualizar la geología teórica que resultaría de cada modelo, siempre respetando los datos geológicos y geofísicos conocidos introducidos en los modelos.

En resumen, en cada una de las hipótesis se ha maximizado el ajuste de los datos observables al modelo ejecutado dando como resultado la distribución geológica teórica máxima que nos permite la geología conocida actualmente. De esta forma cada modelo presenta sus limitaciones propias consecuencia de la imposibilidad de extrapolar el mismo más allá de lo que la geología observada permite. Estas características de los modelos, remarcando sus limitaciones, constituyen la base de discusión sobre la validez de ambas hipótesis.

6.3 GEOLOGÍA DEL SUBSUELO DE TENERIFE

La exposición de la geología del subsuelo conocida está recogida en la Figura 6.1. En ella se muestra el registro geológico de las galerías, los pozos y los puntos de magnetotelúrica. Destaca la falta de información en la parte del sur de la isla, un tramo de la dorsal NE antes de adentrarse en el macizo de Anaga, y la parte occidental y más elevada del Valle de Icod, los núcleos centrales de ambas dorsales (NE y NW), así como la zona que queda justo debajo del complejo Teide-Pico Viejo y la parte oriental de la depresión de Las Cañadas.

En el caso de las zonas de los rifts, su propia naturaleza nos muestra que en su núcleo predominarán las intrusiones de diques de alimentación de los rifts, siendo una zona de crecimiento del complejo de escudo basáltico. Para la zona del sur de la isla, la geología de superficie nos indica que en esta área de poca elevación topográfica que contiene un campo de volcanes, se registrarán materiales de Cañadas intercalados con los materiales basálticos de esa zona extensional.

La gran duda sigue estando bajo el estratovolcán Teide-Pico Viejo y en el subsuelo del Valle de Icod. Los modelos construidos intentan dar dos posibles soluciones a la disposición geológica bajo el subsuelo de la isla.

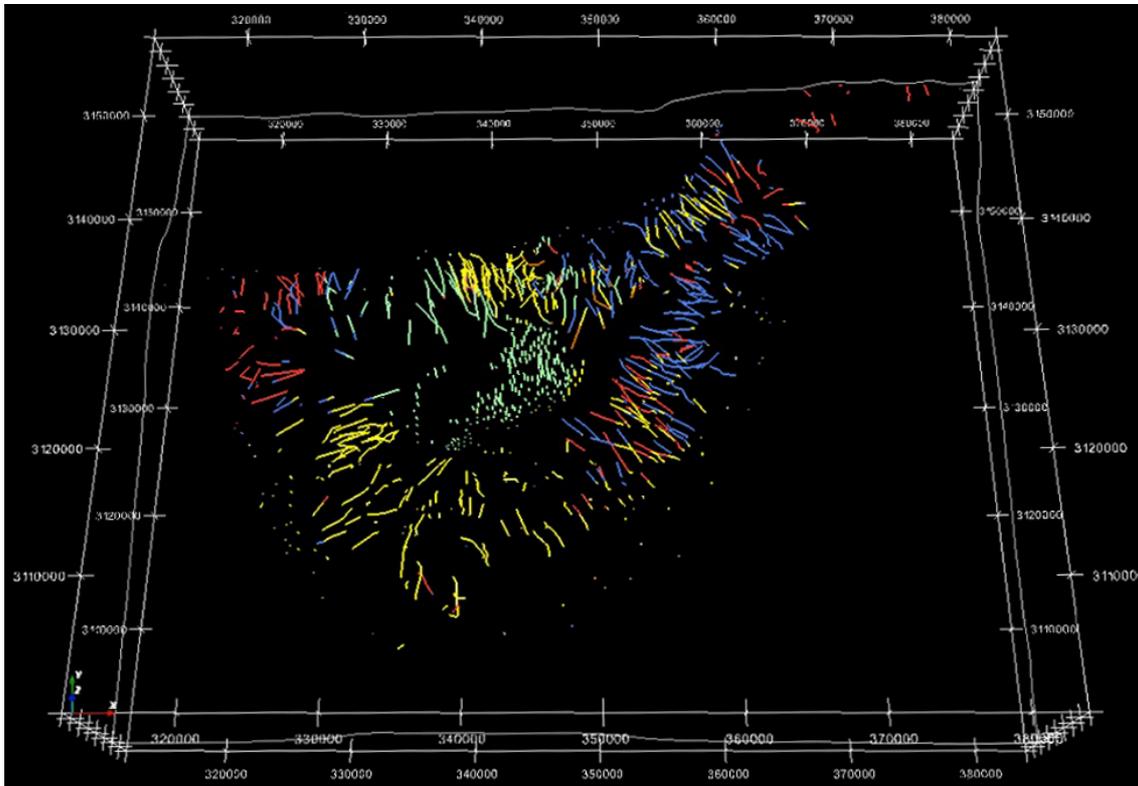


Figura 6.1 Representación de galerías, pozos y pozos de mtt en GeoModeller.
Vista cuasi cenital

Los prototipos elaborados muestran en ambos casos una base del escudo basáltico (representada con color rojo) que se extiende bajo toda la isla, y que aflora en las extremidades de los macizos de Anaga y Teno y en la zona de Adeje, al SW de Tenerife (Figuras 5.45 y 5.46). Posteriormente, al coexistir actividad en el complejo de escudo basáltico (representados con color azul) y complejo central (representados con color amarillo, y finalmente verde), los materiales basálticos de las dorsales y zona del sur se intercalan con los del edificio central. Por lo tanto, existe un crecimiento sobre el escudo basáltico más antiguo a lo largo de las líneas de los rifts (NE y NW), formando dos cordilleras en sendas direcciones con múltiples emisiones basálticas. Al mismo tiempo se activa el sistema central, estando sus centros de emisión restringidos a la zona de la depresión de Las Cañadas, pero cuyos materiales se emiten radialmente y de forma más extensa. Así encontramos depósitos pertenecientes a Cañadas cubriendo el sur de la isla (SW, S y SE), si acaso afectados por la erosión del agua en los barrancos. En el

norte de la isla, los depósitos de Cañadas han sido erosionados a causa de los deslizamientos de Icod y La Orotava, por lo que su registro no es continuo.

6.3.1 Escudo basáltico

Las series basálticas antiguas, que representan la parte más antigua del edificio escudo, constituirían la base de la isla, aflorando hoy en los macizos de Anaga (NE) y Teno (NW) y los afloramientos de Roque del Conde al Sur (Figura 6.2). Sin embargo, tanto la geología observada en las galerías como los datos geofísicos existentes (Ablay y Kearey, 2000; Pous et al., 2001; Gottsmann et al., 2008) demuestran que la parte inferior del escudo basáltico ocupa toda la isla, habiendo sido recubierta parcialmente por materiales más recientes (Fig. 6.2).

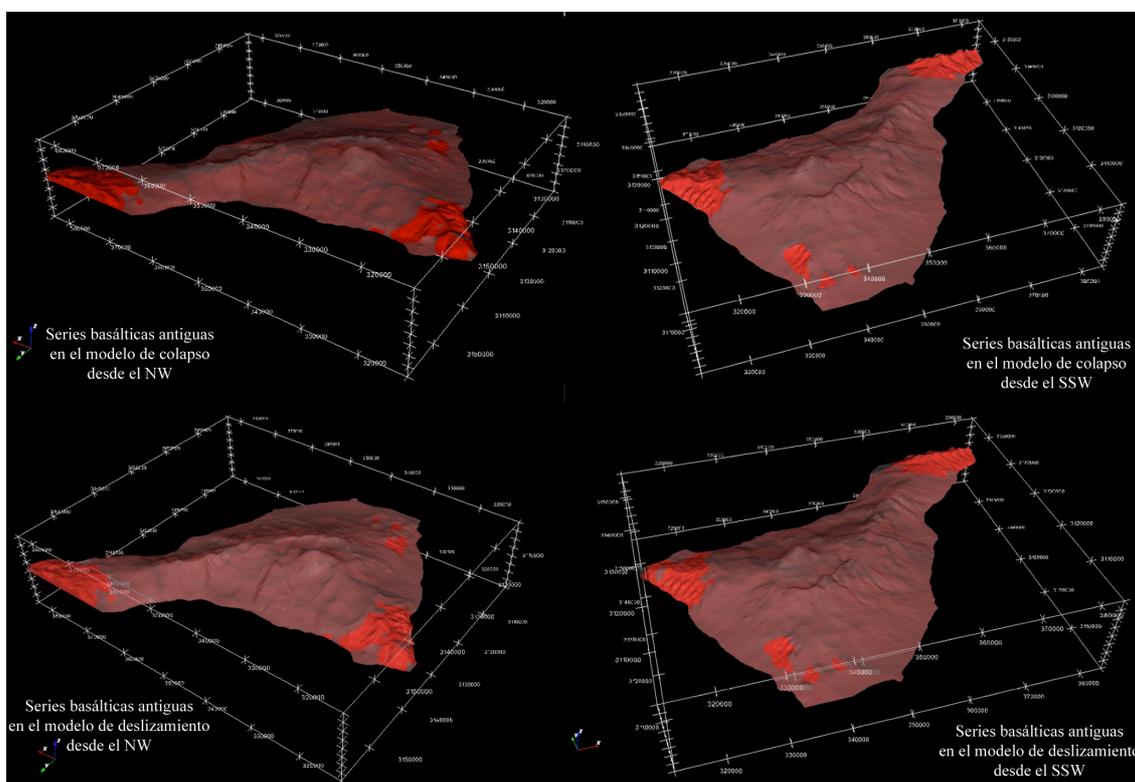


Figura 6.2 Afloramientos y dispersión de las series basálticas antiguas del escudo basáltico para el modelo de colapso (imágenes superiores) y el de deslizamiento (imágenes inferiores). El color rojo intenso indica los afloramientos, el resto queda bajo una transparencia en gris de la topografía actual.

En ambos modelos se puede ver que los deslizamientos de La Orotava e Icod habrían afectado a esta unidad. En las imágenes destaca que para el modelo de deslizamiento queda marcada la depresión que se interpreta a través del estudio magnetotélurico, formando una especie de embudo en la zona de Diego Hernández, al W de la depresión de Las Cañadas (Figura 6.2).

6.3.2 Edificio Cañadas

Esta unidad perteneciente al complejo central aflora hoy en la mayor parte de la isla, a excepción de los lugares donde afloran las series basálticas antiguas pertenecientes al escudo y el Valle de Icod. Con respecto a la distribución de esta unidad, ambos modelos muestran una diferencia notable (Figura 6.3 vistas desde el NW).

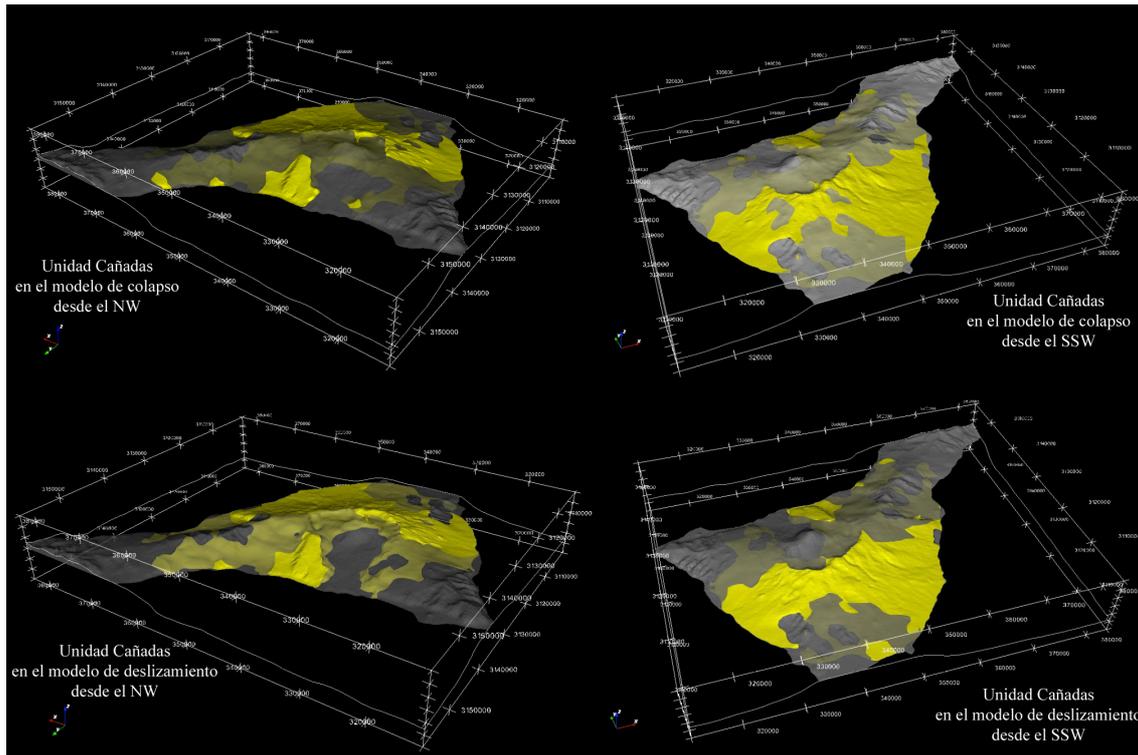


Figura 6.3 Afloramientos y dispersión la unidad Cañadas, del complejo central para el modelo de colapso (imágenes superiores) y el de deslizamiento (imágenes inferiores). El color amarillo intenso indica los afloramientos, el resto queda bajo una transparencia en gris de la topografía actual. La cota mínima de la topografía y la unidad representada es el nivel del mar.

En el caso del modelo de colapso la unidad de Cañadas formaría una cuenca bajo las lavas de relleno de Teide-Pico Viejo, dentro de la depresión de Las Cañadas. Su ausencia en el Valle de Icod viene condicionada por la formación del valle, que habría borrado toda la secuencia de Cañadas, y cuya cabecera podría estar situada bajo el flanco norte del complejo Teide-Pico Viejo, muy cercana a su eje central. El edificio más reciente del complejo Central (Teide-Pico Viejo) habría crecido sobre un cambio de estructuras y pendiente formado al sur por la depresión de las calderas de colapso de Ucanca, Guajara y Diego Hernández y al norte por la cabecera de deslizamiento de Icod, el cual forma un canal abierto hacia el océano con una pendiente hacia norte. Para el modelo de deslizamiento, la cabecera del deslizamiento de Icod estaría situada más al

sur, entre la cumbre de Teide-Pico Viejo y la pared sur de la depresión. En este caso todo el complejo de Teide-Pico Viejo estaría sobre un plano inclinado hacia el norte (Figuras 6.3 y 6.5).

Vale señalar que las explicaciones dadas en torno a la distribución de la unidad Cañadas están basadas en los modelos obtenidos. Por lo tanto habría que apuntar que se desconoce qué hay bajo las lavas del Teide dentro del Valle de Icod, al igual que se desconoce el espesor real de Cañadas bajo el macizo de Tigaiga (cuando no se intersecta el depósito de deslizamiento). Valga esta explicación para entender que el plano de deslizamiento de Icod para cualquiera de los modelos ha sido una interpretación y que se desconoce qué habría debajo del mismo. Lo que ha orientado a la hora de trazar dicho plano es el depósito de avalancha, la morfología del valle y los escasos registros de Teide-Pico Viejo que hay dentro del valle. En los dos modelos se ha deducido que el deslizamiento habría desplazado todo el material perteneciente a Cañadas en esta área, pero bien podría haber quedado un remanente del mismo bajo la superficie del deslizamiento.

6.3.3 Dorsales (rift) basálticas

Los materiales basálticos se acumulan entre la parte central de la isla y los macizos de Teno y Anaga formando las dorsales o zonas de rift del NW y NE. Asimismo, la unidad de las dorsales basálticas se dispersa por la parte sur de la isla. Se trata de una acumulación formada en base a volcanes monogenéticos y emisiones fisurales contemporáneas al complejo central, por lo que aparecen intercaladas con materiales de las unidades Cañadas y Teide-Pico Viejo (Figura 6.4).

La distribución en los dos modelos presentados es muy semejante, ya que no se han registrado ni en el Valle de Icod ni en la depresión de Las Cañadas.

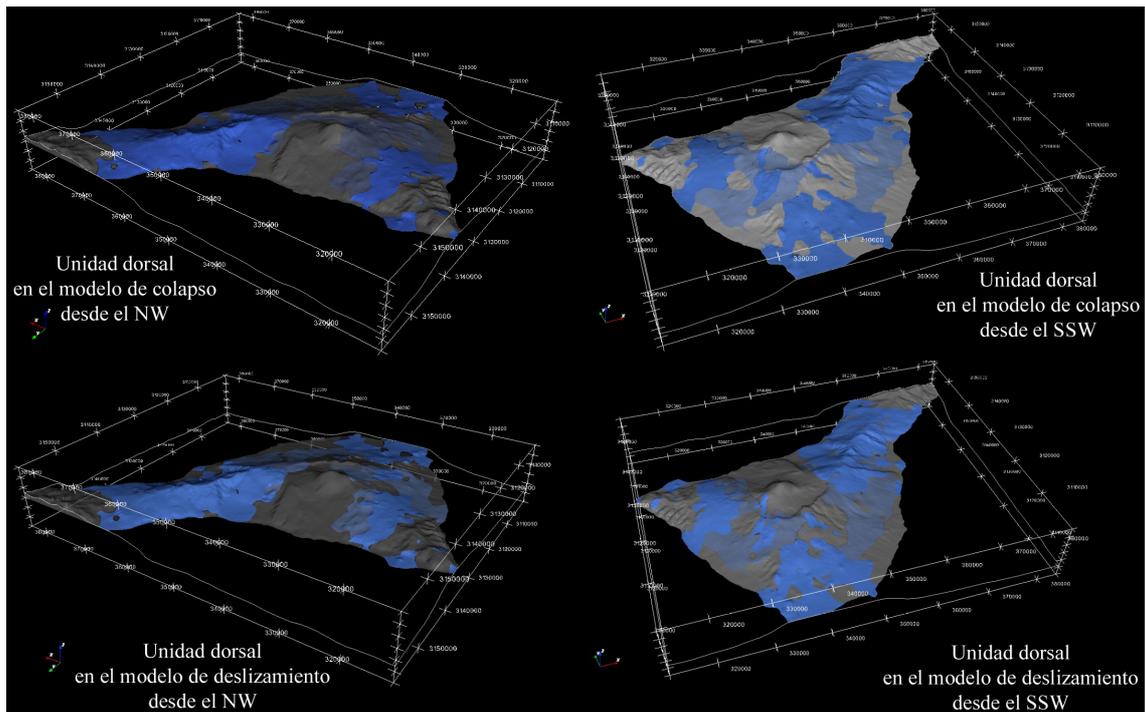


Figura 6.4 Afloramientos y dispersión la unidad Dorsal, del complejo del escudo basáltico para el modelo de colapso (imágenes superiores) y el de deslizamiento (imágenes inferiores). El color azul intenso indica los afloramientos, el resto queda bajo una transparencia en gris de la topografía actual. La cota mínima de la topografía y la unidad representada es el nivel del mar.

6.3.4 Complejo Teide-Pico Viejo

La representación del techo de la unidad Teide-Pico Viejo es muy similar para los dos modelos (Figura 6.5), que correspondería, *grosso modo*, a la cartografía geológica. No ocurre lo mismo con la superficie basal de esta unidad, ya que ésta se acoplaría a la paleotopografía previa a su extrusión. En el caso del modelo de colapso, la boca eruptiva o cima del Teide quedaría sobre la zona colapsada, cercana a la falla en su lado norte. Por lo que el centro del complejo quedaría dentro de la depresión, tal y como se ve en las Figuras 6.5 y 6.6. El complejo se situaría cerca del cambio de pendiente que marcan las dos estructuras que serían la caldera de colapso y el valle de deslizamiento, estando finalmente las dos estructuras encriptadas por las lavas del complejo Teide-Pico Viejo (Figura 6.5). Considerando el modelo de colapso, los materiales de la unidad Teide-Pico Viejo tendrían dos zonas de máximo de potencia: una bajo el pico del Teide y otra sobre la cabecera del deslizamiento, en su ladera norte (Figura 6.6).

Sin embargo, en el caso del modelo de deslizamiento el edificio entero estaría sobre un plano de deslizamiento teórico inclinado hacia el norte en torno a 7° (Gráfica

5.3 y Figura 6.6). El resultado de este modelo da una superficie con algunas irregularidades, como una zona más deprimida en el centro del deslizamiento según su eje longitudinal. Otra característica que destaca en este modelo es la cubeta que rellenan las lavas del Teide en la zona de Diego Hernández, al W de la depresión de Las Cañadas (Figura 6.6). La máxima potencia de los materiales de Teide-Pico Viejo se registraría bajo el centro sumital del complejo, y en un grado menor en la cubeta de Diego Hernández.

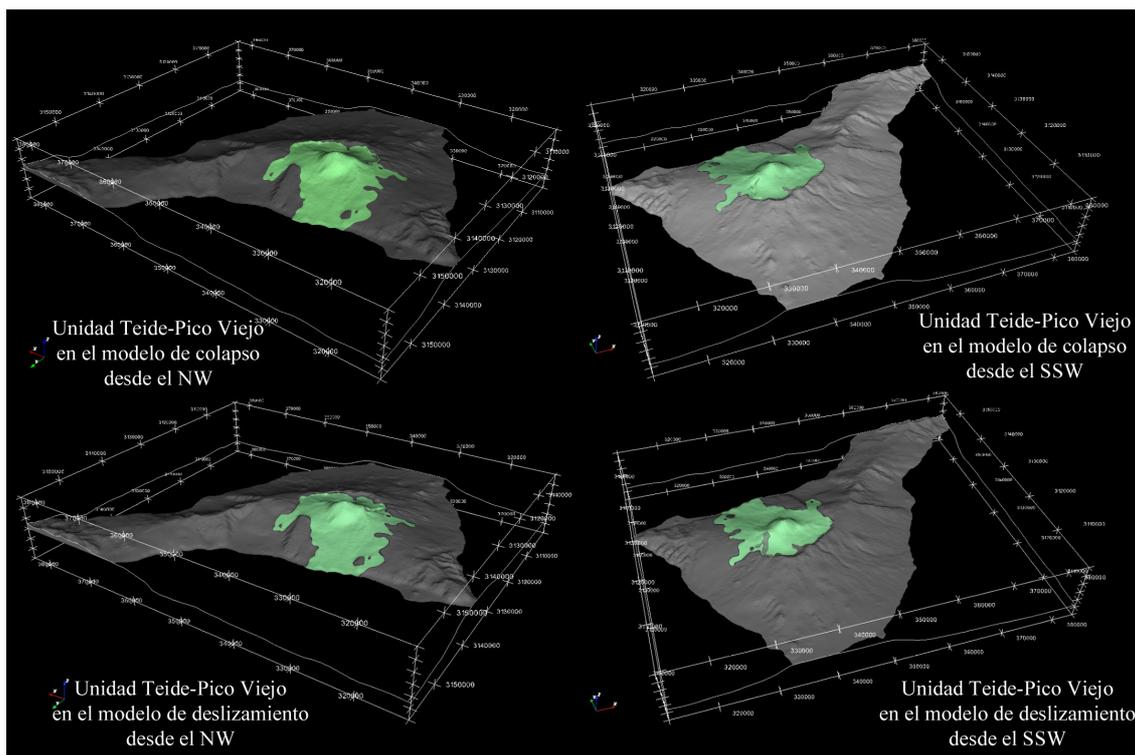


Figura 6.5 Afloramientos y dispersión la unidad Teide-Pico Viejo, del complejo central para el modelo de colapso (imágenes superiores) y el de deslizamiento (imágenes inferiores). El color verde intenso indica los afloramientos, sólo queda cubierto por las coladas de las narices del Teide (Dorsal). La cota mínima de la topografía y la unidad representada es el nivel del mar.

Las bases de estos dos prototipos están deducidas a partir de los escasos datos geológicos y geofísicos de los que dispusimos para la reconstrucción geológica. No obstante, aportan una idea sobre la extensión de las estructuras posibles que se podrían dar en la realidad. Partiendo de la existencia de un valle de deslizamiento, tal y como indican el relieve topográfico, las batimetrías y la existencia de depósitos de avalancha, debe existir un plano que lo limite. La extensión mínima del plano vendría representada por el modelo de colapso, donde la cabecera estaría a la altura de la parte más elevada del flanco de Tigaiga (al sur). El escarpe de Fortaleza sería consecuencia del colapso de caldera de Diego Hernández, pero el flanco W del macizo sería consecuencia del deslizamiento, de ahí que su extensión mínima se dibuje hasta ese punto. La extensión

máxima del plano de deslizamiento, sin embargo, vendría acotada por la ausencia en los sondeos de la zona de Cañadas y los datos magnetotelúricos de la depresión, donde no se ha visto depósito alguno de deslizamiento, deduciendo que no llegaría hasta dichos puntos. De donde se concluye que la cabecera del deslizamiento llegaría hasta la parte central de la depresión de Las Cañadas, sin alcanzar la pared sur de la misma. En la base de la unidad Teide-Pico Viejo se intuye el final de la cabecera de deslizamiento porque entre ese límite y la pared sur de Las Cañadas las lavas muestran un plano subhorizontal bajo la zona de Ucanca y Guajara y una depresión tipo embudo en la zona de Diego Hernández (Figura 6.6).

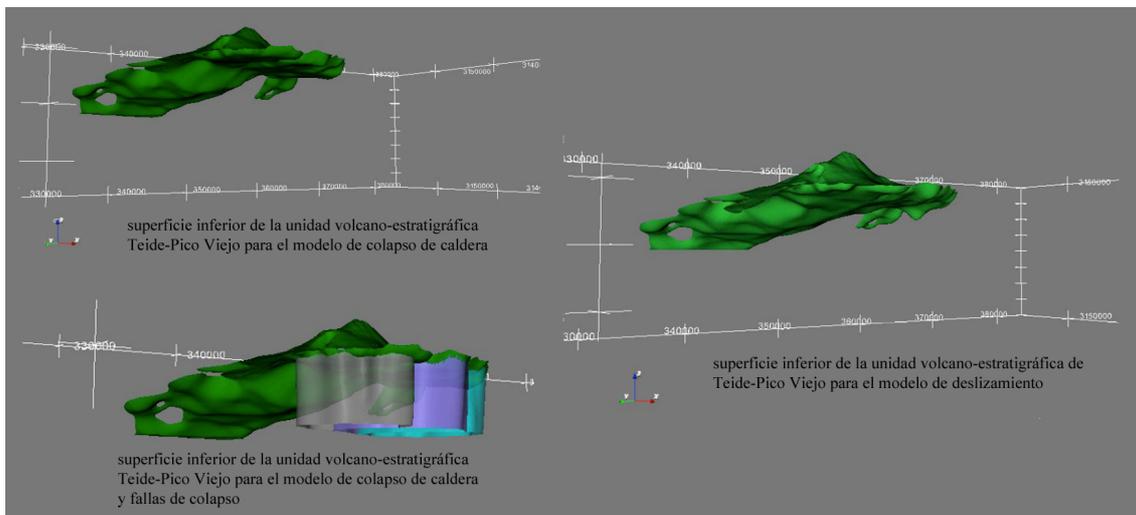


Figura 6.6 Vista de la base del volumen de la unidad Teide-Pico Viejo para los dos modelos (colapso imágenes superiores; deslizamiento imágenes inferiores)

6.3.5 Depósito de avalancha de Güímar

En la vertiente sur de la isla de Tenerife, se registra el depósito de deslizamiento del Valle de Güímar, que sólo se ha captado en dos galerías, acotándose su extensión a éstas. La morfología del valle indica que es fruto de un deslizamiento, pero sus depósitos no se sabe qué extensión y morfología podrían tener. No se calculó la pendiente para éste depósito debido a que su área es muy pequeña, en torno a 2 km² para los dos modelos construidos (Figura 6.7).

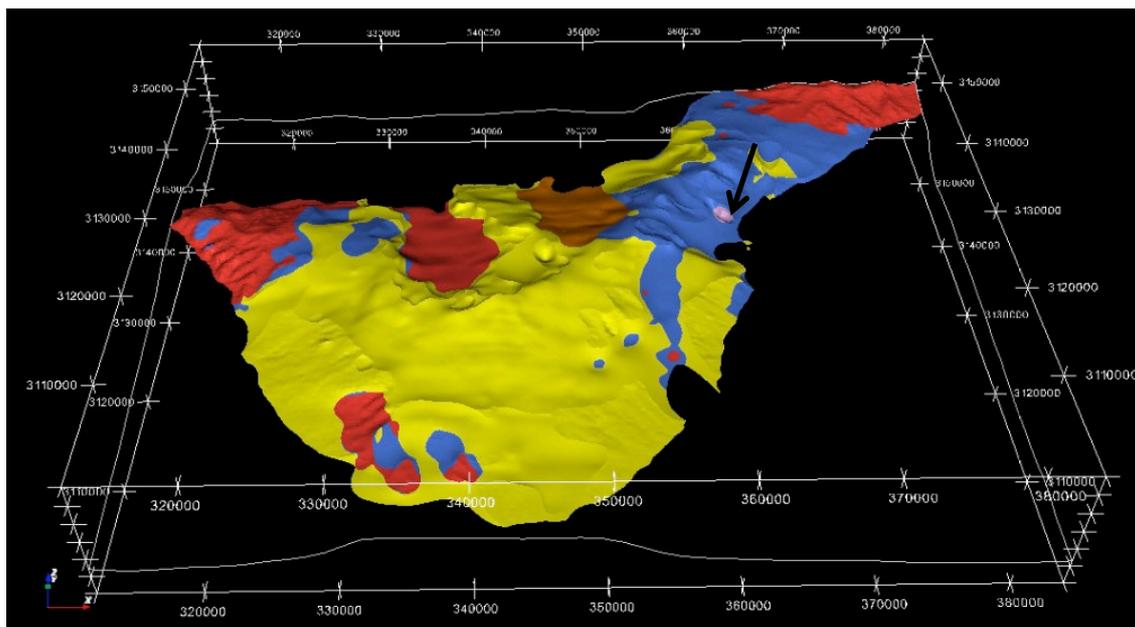


Figura 6.7 Modelo de deslizamiento en el que se puede ver la extensión del depósito de avalancha de Güimar indicado por una flecha. Vista desde el sur

6.3.6 Depósito de avalancha de La Orotava

El depósito de avalancha del Valle de La Orotava se registra de forma más extensa que ningún otro en las galerías. Así, en los modelos se le ha dado una extensión limitada lateralmente por la morfología del valle, mientras que en profundidad su limitación vino dada por los registros geológicos. Se ha calculado una área de unos 78 km² para esta unidad, que finalmente estaría cubierta por las últimas emisiones de Cañadas. Según los modelos obtenidos en este trabajo (para esta unidad con resultados muy similares), tendría una longitud teórica hasta cota 0 m de unos 13 km y un ancho medio de 7 km. La cabecera del deslizamiento alcanza el eje de la dorsal, y su inclinación teórica de los modelos sería de 12,5° hacia el Norte (Gráfica 5.4), frente a los 8.31° calculados a partir de los datos reales conocidos. Ablay y Hürlimann (2000) calculaban pendientes para la topografía del valle de La Orotava de entre 6°-9° (18°-22° en la cabecera). Estos datos de la topografía actual se ajustan a los obtenidos para la paleotopografía a partir de los datos reales, entrando los 8.31° dentro del rango calculado por Ablay y Hürlimann (2000). Además, en la Gráfica 5.8 se muestra la línea polinomial con un ajuste mejor a los puntos de contacto conocidos para el techo del depósito, marcando una curvatura con una pendiente mayor en cabecera, que puede corresponderse con la curvatura propia de una cabecera de deslizamiento.

Lateralmente los modelos muestran unas morfologías algo irreales en sus límites para los depósitos de avalancha de Icod y La Orotava, con gran pendiente en la zona de contacto con el macizo de Tigaiga (Figura 6.9, 6.12). Esto es debido a las limitaciones del programa, que para hacer que el depósito se acotase a la zona del valle hubo que hacerle un cierre lateral que no tendría porqué corresponderse con la realidad. Ocurre lo mismo en el caso del depósito de Icod, con el contacto del E, que se alza con una pendiente muy abrupta sobre Tigaiga en el caso del modelo de deslizamiento (Figura 6.12).

Se ha mencionado un doble deslizamiento como origen del Valle de La Orotava (Bravo, 1962; Hürlimann et al., 2004) que sin embargo en los modelos presentes se ha representado como uno solo, dado que los datos del subsuelo que se tenían no aportaban información suficiente para poder discernir entre dos deslizamientos. Sin embargo, esta idea no se contradice con los presentes prototipos, ya que temporalmente se trataría de sucesos muy cercanos y físicamente podrían tener una superficie de despegue sobre un mismo plano elongado.

6.3.7 Depósito de avalancha de Tigaiga

Así mismo, el depósito de Tigaiga muestra en los modelos una extensión muy reducida (unos 4 km² de área) localizada bajo los materiales del edificio Cañadas que forman el macizo de Tigaiga (Figura 6.8).

Su extensión debería ser mayor según los datos geológicos del subsuelo, pero el número de ciclos de cómputo-construcción de volúmenes-contrastación de resultados-modificación de las sección-cómputo no pudo realizarse tantas veces como se deseaba, dando como resultado un modelo que no se ajusta totalmente a los datos existentes para este depósito (ver Figura 6.9). De igual manera su espesor debería ser mayor según las galerías que lo registran, y realmente se extendería más hacia el este (hacia el Valle La Orotava) según demuestran varias galerías que no son alcanzadas por el volumen de debris modelizado.

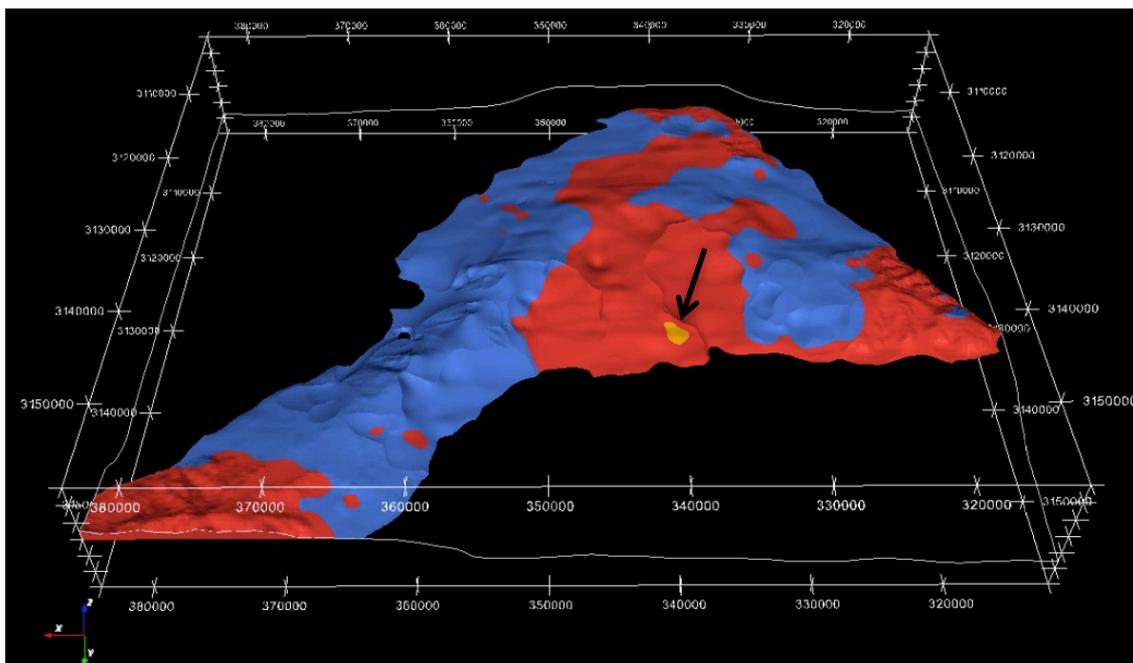


Figura 6.8 Modelo de deslizamiento en el que se puede ver la extensión del depósito de avalancha de Tigaiga indicado por una flecha. Vista desde el norte

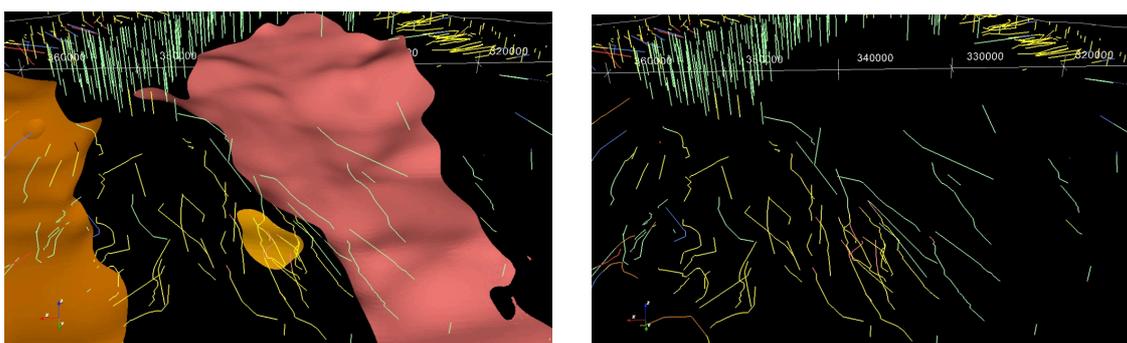


Figura 6.9 Izq.: Vista parcial de los depósitos de avalancha de La Orotava, Tigaiga e Icod (de izq. a dcha.) y registro geológico del subsuelo. Dcha.: registro geológico del subsuelo para el mismo marco que la imagen de la izq.

Los parámetros del depósito de avalancha, obtenidos a partir de los contactos de techo (datos reales), muestran una pendiente de 10.11° , y una línea polinomial que da un ajuste mejor, con una curvatura coherente con la propia de un deslizamiento (Gráfica 5.7). Estos datos son igualmente coherentes con las pendientes que estimaban Ablay y Hürlimann (2000) para el macizo de Tigaiga, donde calculaban inclinaciones para el macizo de 9° - 12.5° y los 11° de Hürlimann et al. (2004), considerando que la pendiente de la topografía actual podría ser bastante parecida a la de la paleotopografía.

Este depósito fue atribuido por Bravo (1962) a grandes explosiones previas al escudo volcánico, mientras que Cantagrel (1999) lo relacionó con un deslizamiento cuya cabecera sitúa en La Angostura (pared sur de Las Cañadas).

6.3.8 Depósito de avalancha de Icod

Centrándonos en el Valle de Icod, tenemos dos modelos distintos. Uno de los modelos muestra un depósito de avalancha de una área teórica de 9 km² (modelo de colapso), frente al de deslizamiento que muestra una área teórica de 112 km². En el caso del colapso, la restricción de la extensión del depósito de avalancha vino condicionada por los registros del subsuelo, limitándolo sólo a la zona donde se visualizaba el debris (Figuras 6.10 y 6.13). Sin embargo, se entiende que el Valle de Icod fue formado debido a un deslizamiento, por lo que el plano de deslizamiento debería abarcar toda su extensión. En la figura 6.10b se observa que el plano de deslizamiento abarcaría todo el valle y su cabecera no llegaría más allá de las fallas de colapso. Pero en este modelo de colapso se trabajó con extensiones mínimas respecto al plano de deslizamiento y los depósitos.

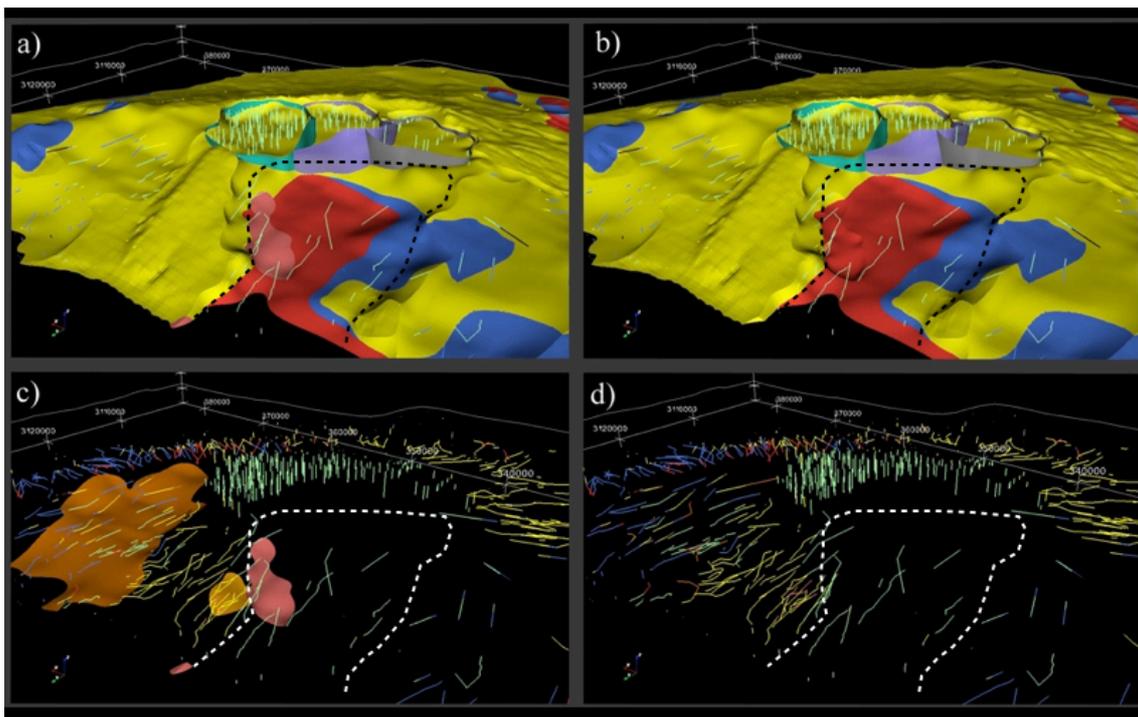


Figura 6.10 *a) Depósitos de avalancha de Icod para el modelo de colapso y geología del subsuelo. b) Modelo bajo depósito de avalancha. c) Depósitos de La Orotava, Tigaiga e Icod. d) Registro geológico del subsuelo. Vistas desde el NNW.*

Ya mencionamos que el Valle de Icod tiene un número de registros pequeño frente a su extensión, donde las perforaciones del centro y oeste del valle no perforan más allá de las lavas de Teide-Pico Viejo (Figuras 6.10 y 6.11). Es por lo tanto una zona donde hubo que interpretar lo que había bajo Teide-Pico Viejo. Así, para el modelo de colapso el depósito se ha acotado a los puntos de registro, y sin embargo, el plano de

deslizamiento se ha extendido más allá (Figura 6.13), tal y como se ha explicado en el apartado de “Complejo Teide-Pico Viejo” de este mismo punto “6.3 Geología del subsuelo”.

Por otro lado, el área máxima tanto para el plano como para el depósito de deslizamiento sería la que se expresó en el modelo de deslizamiento. En él, se acotó la extensión del depósito por medio de los registros de la caldera de Las Cañadas, donde se perforaba Cañadas bajo Teide-Pico Viejo, además de hacer uso del estudio magnetoteléurico que interpreta una superficie que limita igualmente Cañadas con Teide-Pico Viejo. Dado que el depósito de avalancha debía estar entre las unidades de Cañadas y Teide-Pico Viejo, y los registros no lo indicaban así, el deslizamiento debía tener su cabecera más al norte de estos registros. Su longitud sería así, desde el nivel del mar de 16 km, y el ancho de 9 km en la parte media de la ladera (Figuras 6.10 y 6.14).

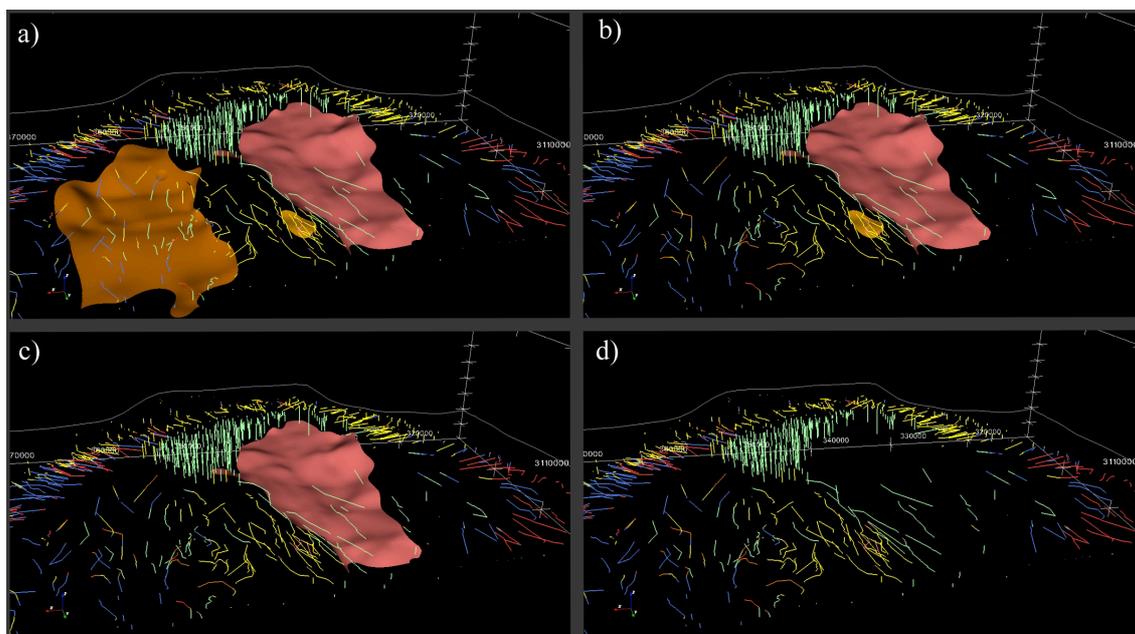


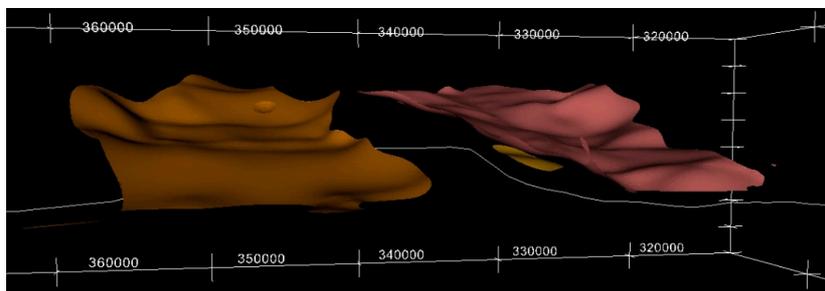
Figura 6.11 a) Depósitos de avalancha de La Orotava, Tigaiga e Icod para el modelo de deslizamiento. Y geología del subsuelo. b) Depósitos de Tigaiga e Icod. c) Depósito de Icod. d) Registro geológico del subsuelo. Vistas desde el NNE.

6.3.9 Depósitos de avalancha del flanco norte de Tenerife

Bravo (1962) expresaba la idea de unos depósitos formados en una o sucesivas explosiones, que Araña (1971) describió de carácter lahárico y ash-flow, Coello (1973) los atribuye a grandes episodios explosivos con corrimientos parciales posteriores. Es

un poco más tarde cuando se relaciona su origen puramente con deslizamientos, como consecuencia de estos (Navarro y Coello, 1989; Cantagrel et al., 1999). En todo este transcurso los nombres que se han utilizado para estos depósitos han ido en consonancia, entre otros, con los orígenes que se le achacaban: fanglomerado, aglomerado lahárico, brecha volcánica, depósito fragmentario, depósitos de brechas,... Y finalmente, en este trabajo se les ha denominado desde un principio depósitos de avalancha. Pues bien, una vez obtenidos los resultados de los modelos, esta denominación de depósito de avalancha no queda tan clara, pudiendo tratarse de unos depósitos previos a los deslizamientos y de origen explosivo.

A la idea de que exista un depósito de baja competencia que sirva como superficie lubricante (Bravo, 1962), se le añaden una serie de factores de control que pueden inducir o disparar estos fenómenos de deslizamiento recurrentes en Tenerife. Así, los trabajos de Ablay y Hürlimann (2000) y Hürlimann et al. (2004) apuntan además de capas de poca competencia, factores como bajadas importantes y rápidas del nivel del mar en épocas interglaciales, una red de drenaje profunda o truncamiento del flanco subaéreo por la erosión de la costa.



En **Figura 6.12** Vista desde la altura media de los depósitos de avalancha del flanco norte de la isla de Tenerife. La representación de los volúmenes está limitada a cota 0 m, las dimensiones del proyecto en la vertical van de -4000m a +4000m. El eje vertical está marcado cada 1000m. Vista desde el NNE

la Figura 6.12 se puede observar que los tres depósitos del norte siguen un plano espacial semejante, inclinado hacia el Norte. Esto guardaría coherencia con la idea de la existencia de un depósito inicial de naturaleza plástica y de baja competencia, en el flanco norte de la isla que ha servido como superficie de despegue para diferentes deslizamientos (Icod y La Orotava) y que se mantiene igualmente bajo el macizo de Tigaiga. De esta forma se podrían explicar los fenómenos de deslizamiento aun cuando la topografía muestra ángulos bajos (menores de 12°), que en principio deberían ser estables.

Este trabajo concuerda con la idea de un depósito que por su baja competencia es capaz de disparar procesos de deslizamiento, pero para acabar de confirmar esta idea habría que hacer un análisis específico de estos depósitos de los valles de Icod y La Orotava, así como del macizo de Tigaiga. Que por la posición estratigráfica en la macizo de Tigaiga, si fuese común para todos, tendría que ser previo al crecimiento del edificio Central.

Hasta ahora se ha hablado de los deslizamientos en el flanco norte, pero habría que estudiar igualmente si estos depósitos han podido influir en el deslizamiento de Güímar. Sería por lo tanto importante saber la extensión real de estos depósitos y su naturaleza.

6.4 ORIGEN DE LA CALDERA DE LAS CAÑADAS Y DE LOS VALLES DE DESLIZAMIENTO

Los modelos resultantes de este trabajo exponen la zona de la depresión de Las Cañadas (Figuras 6.13 y 6.14) según dos disposiciones bastante diferentes. El modelo de colapso de caldera muestra una zona deprimida bajo las lavas de Teide-Pico Viejo, formada por varias cubetas alineadas E-W y limitadas por las fallas de colapso, donde las unidades de Cañadas y el Escudo basáltico habrían sido afectadas por una subsidencia vertical. La formación de la depresión actual correspondería a tres episodios sucesivos y solapados de colapsos caldéricos correspondientes en orden cronológico a las calderas de Ucanca, Guajara y Diego Hernández (Martí et al., 1994; Martí y Gudmundsson, 2000). La pared resultante de la formación de esta caldera multicíclica sería la parte del sur la pared actual, formada por diversos arcos correspondientes a cada uno de los episodios de colapso, y en la cual se refleja la sucesión estratigráfica y cronológica de la evolución del edificio Cañadas de W a E. Por el norte solamente sería visible el sector correspondiente a la pared de la Fortaleza que corresponde al sector sur del macizo de Tigaiga, el cual representaría una parte del edificio Cañadas no colapsado y que separaría los valles de Icod y La Orotava. El resto de la pared norte desde la Fortaleza hasta El Cabezón no es visible aunque se supone estaría debajo del complejo Teide-Pico Viejo tal como lo sugieren los datos de gravimetría estructural y magnetotélurica. La parte superior de este tramo de la pared podría haber sido removida durante la formación del Valle de Icod, correspondiendo de esta forma a la cabecera del

mismo. Por esta razón, en este modelo los supuestos depósitos de avalancha del Valle de Icod no necesitan alcanzar esta zona de cabecera ya que para dicho modelo no es relevante si estos depósitos corresponden a material ya existente sobre el que se produjo el deslizamiento o son parte del producto del mismo. De esta forma tanto en los cortes previos como en el modelo 3D final correspondiente a la hipótesis de caldera de colapso, los depósitos de avalancha del Valle de Icod sólo se han representado en la extensión real donde afloran actualmente y que ha sido comprobada por las galerías existentes. Consecuentemente, en la representación del Valle de Icod en este modelo de colapso caldérico el fondo del valle está ocupado en una pequeña parte por el depósito de avalancha, hasta la extensión real deducida de las galerías, y por las series antiguas del escudo basáltico (Figura 6.13), ya que se asume que dicho valle se podría haber formado por un deslizamiento gravitacional, tal como lo sugiere la presencia de depósitos de avalancha en el fondo marino en frente de Icod.

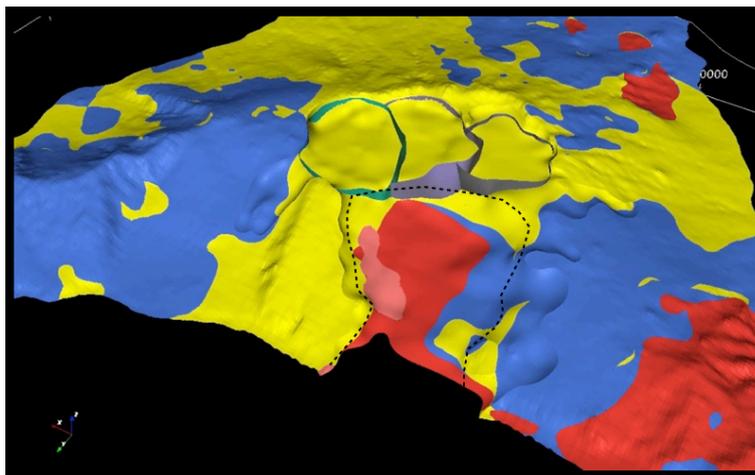


Figura 6.13 Ampliación de la zona del Valle de Icod y depresión de Las Cañadas del modelo de colapso de caldera. Se pueden ver las fallas de colapso. Se ha eliminado la unidad Teide-Pico Viejo para esta representación.

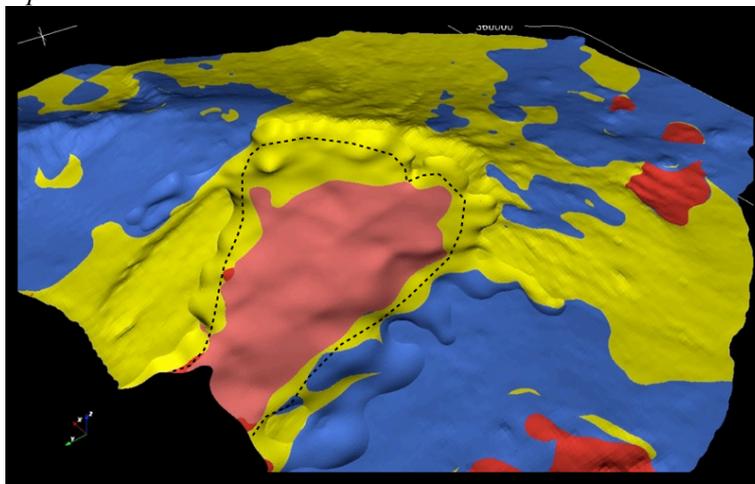


Figura 6.14 Ampliación de la zona del Valle de Icod y depresión de Las Cañadas del modelo de deslizamiento. Se ha eliminado la unidad Teide-Pico Viejo para esta representación.

En lo que se refiere al modelo de deslizamiento (Figura 6.14), es evidente que la distribución posible del depósito de avalancha asumido en dicho modelo y teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por la geología observada, no permite extender dicho depósito hasta la base de la pared sur de la caldera. Por lo tanto, los supuestos depósitos de avalancha quedarían fuera de esta área, donde tampoco alcanzarían Los Roques de García. Esto entra en clara contradicción con algunos trabajos que interpretan la zona de Los Roques de García como el resultado de un deslizamiento previo desde la zona de Guajara (deslizamiento de Los Roques de García, Cantagrel et al. 1999). En este sentido Martí et al. (2010) revisaron la geología de Los Roques de García e interpretan dicha secuencia como resultado de una zona de relleno de un antiguo borde de caldera correspondiendo a un límite estructural enraizado a gran profundidad y que podría corresponder a la intersección de las calderas de colapso de Ucanca y Guajara (Pous et al., 2001; Coppo et al., 2008; Martí et al., 2010).

En consecuencia, la Figura 6.14 muestra el límite del depósito de avalancha lo más al sur posible. Siendo así, el proceso de deslizamiento no explicaría la morfología de la pared sur de Las Cañadas, así como tampoco daría una explicación consistente a la depresión existente en la zona de Diego Hernández, la más profunda de las tres observadas mediante la aplicación de métodos magnetotelúricos. Del mismo modo resulta difícil explicar el desnivel que se forma en la zona de Fortaleza y que viene marcado por un brazo del depósito de avalancha hacia el interior de la depresión. Este modelo, por lo tanto, daría la localización de la cota más elevada posible para la cabecera del deslizamiento, pero a pesar de ello no sería capaz de explicar la morfología de la depresión de Las Cañadas (pared sur, Fortaleza y depresión de Diego Hernández). La discusión previa hace referencia únicamente a los modelos ejecutados con la información geológica disponible del subsuelo y superficie y geofísica de la zona central de Tenerife. Sin embargo, la valoración de ambas hipótesis debe apoyarse además en otro tipo de datos como son la volcanología física, geología estructural, petrología, batimetría, etc. El uso de estos datos ha sido diverso dependiendo de los defensores de una y otra hipótesis, dando mayor importancia a los datos volcanológicos, estratigráficos, petrológicos, estructurales y geofísicos aquellos defensores de un origen por colapso vertical de la caldera de Las Cañadas (Araña, 1971; Martí et al., 1994; Bryan et al., 1998; Martí and Gudmundsson, 2000; Brown et al., 2003; Edgar et al., 2007; Coppo et al, 2008; Gottsmann et al., 2008), mientras que quienes proponen el

origen por un deslizamiento de ladera se han apoyado básicamente en datos de las galerías y más recientemente en datos batimétricos (Coello, 1973; Carracedo, 1994; Watts y Masson, 1995; Cantagrel et al., 1999; Masson et al., 2002). En este sentido hay que remarcar que los resultados obtenidos en esta tesis doctoral demuestran que la justificación de una hipótesis de colapso lateral basada únicamente en datos de la geología del subsuelo (galerías) es claramente una sobreinterpretación de los datos existentes. Queda demostrado que la extensión del posible plano de deslizamiento no alcanza la pared sur de la caldera de Las Cañadas, tal como postulan los defensores de dicha hipótesis, ya que de ser así entraría en clara contradicción con las evidencias geológicas y geofísicas presentadas en este trabajo sobre la parte central de Tenerife. Sin embargo, esto no significa que el Valle de Icod con su cabecera más hacia el norte de la pared de Las Cañadas no pueda corresponder a un deslizamiento de grandes proporciones, hecho que vendría reforzado por la presencia de depósitos de avalancha en el fondo marino. Aún así, queda por demostrar cuál es el papel real y la extensión del depósito de avalancha que se encuentra en algunos puntos del interior del valle en la base de la secuencia de relleno del complejo Teide-Pico Viejo. Dicho depósito que ha sido interpretado a su vez como el producto del deslizamiento (Navarro y Coello, 1989; Carracedo, 1994) o como un depósito previo que facilitó la generación del mismo (Bravo, 1962), no ha sido estudiado en detalle y se desconoce su exacta composición y edad. Sin embargo, su posición estratigráfica y topográfica deducida de los datos presentados en esta tesis doctoral es coincidente con depósitos similares encontrados debajo del macizo de Tigaiga (porción no deslizada del edificio Cañadas) y en el interior del Valle de La Orotava, lo que sugiere que podría tratarse de un depósito previo, mucho más antiguo, posiblemente generado en una fase de desmantelamiento del edificio escudo previo al inicio de la construcción del edificio Cañadas, y que podría haber actuado como lubricante de todos estos deslizamientos. Sin embargo, el determinar con exactitud el papel y origen de estos depósitos queda más allá de los objetivos de esta tesis doctoral.

6.5 LA GEOLOGÍA 3D DE TENERIFE: IMPLICACIONES EN LA EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD

La naturaleza de la isla de Tenerife implica probabilidad de eventos volcánicos, y dada la cercanía temporal de este tipo de sucesos, debieran ser incorporados en los planes de gestión y emergencia de la isla. El registro de eventos históricos (de carácter efusivo) no ha supuesto grandes pérdidas, pero el crecimiento de población, así como la amplificación de redes de transporte, electricidad o de abastecimiento de aguas ha ido en aumento en las últimas décadas, por lo que la vulnerabilidad actualmente es considerablemente mayor. Aún así, la peligrosidad de la isla no reside sólo en la probabilidad de erupciones efusivas, que han sido las más recientes, sino también en erupciones de carácter explosivo y grandes deslizamientos.

Los resultados de este trabajo delimitan el alcance que algunos de estos eventos han tenido en Tenerife, tales como los deslizamientos del norte de la isla, o las erupciones volcánicas de distinta índole: erupciones efusivas o monogénicas como pudieron ser las del Chinyero, Siete Fuentes, Fasnia,... y también de erupciones explosivas como las que originaron los colapsos de caldera de Ucanca, Guajara y Diego Hernández.

Centrándonos en los deslizamientos, Icod, Tigaiga y La Orotava tienen en su base un plano de debilidad con inclinación al Norte de entre 8° y 10°, que podría servir como superficie de baja competencia o desgarre sobre la que podrían tener lugar futuros colapsos laterales. Los datos de los que disponemos son compatibles con la idea de un plano común para los tres deslizamientos. Pero el máximo peligro que entrañan los deslizamientos se encuentra en la cabecera del Valle de Icod. En el presente trabajo se muestran dos posibilidades (de mínima y máxima extensión teórica) para el plano de deslizamiento del Valle de Icod, tal y como se muestra en las Figuras 6.13 y 6.14. La extensión de dicho plano es más reducida para el prototipo del colapso de caldera, donde el complejo Teide-Pico Viejo se centraría sobre la cabecera del deslizamiento y límite norte de los colapsos de caldera. Esta disposición implicaría una estabilidad mayor para el complejo, dado que su máximo espesor se apoyaría sobre un cambio de

pendiente, estando distribuidas las lavas entre la depresión formada por los colapsos de caldera al Sur y la pendiente del valle de deslizamiento al Norte.

Otro escenario es el que muestra el prototipo de deslizamiento, el cual implicaría un peligro mayor en relación a la inestabilidad del complejo, ya que todo el volumen de Teide-Pico Viejo se apoyaría sobre un plano inclinado algo menor (6° - 7°), pero sin un cambio de pendiente. A pesar de que el ángulo de la pendiente pudiese ser un poco menor, el hecho de no existir un cambio de pendiente bajo el complejo Teide-Pico Viejo, implicaría que la totalidad de su volumen estaría expuesta a un colapso lateral.

Evidentemente, entre los dos prototipos que se han presentado en este trabajo existe una extensa gama de combinaciones, pudiendo estar la cabecera del deslizamiento en algún lugar entre los dos límites expuestos aquí. Así mismo, los colapsos de caldera como origen de Las Cañadas soportan mejor la morfología, estratigrafía, geología del subsuelo y estructural conocida hasta ahora. Por lo tanto, a pesar de no poder situar con exactitud la cabecera del deslizamiento, sí que se podría decir que la estabilidad del complejo Teide-Pico Viejo no es tan desfavorable como la que implicaría un modelo para el origen de la caldera de Las Cañadas exclusivo de colapso lateral.

Además de los peligros asociados a colapsos laterales, y considerando la depresión de Las Cañadas como consecuencia de una serie de colapsos de caldera, existe peligrosidad asociada al complejo Teide-Pico Viejo relacionada con la actividad eruptiva explosiva, y la sismicidad e inestabilidades que podrían conllevar un nuevo evento de colapso vertical.

6.6 APORTACIÓN DE LA GEOLOGÍA 3D DE TENERIFE A LA MEJORA DE LA RED DE VIGILANCIA VOLCÁNICA

La red de vigilancia volcánica actual de Tenerife incorpora diversas técnicas, ya sean geodésicas, geofísicas, geológicas o geoquímicas. Los datos recogidos por dicha red han de ser interpretados en su conjunto para poder tener una visión global del estado de la zona vigilada. Las interpretaciones que se realizan en base a los datos adquiridos

con la propia red de instrumentación, para su correcta enmarcación, siempre han de realizarse sobre una base de conocimiento geológico.

En el caso de Tenerife, la información geológica disponible hasta ahora se encontraba dispersa entre múltiples fuentes y soportes, principalmente en formatos analógicos. Desde este punto de vista, una aportación importante de este trabajo es haber creado una estructura digital y georreferenciada de la información tanto geológica como geofísica, además de una base de datos informatizada de la geología del subsuelo convenientemente codificada.

El hecho de tener toda esta información accesible de manera simultánea y en un soporte digital al que se le puedan ir añadiendo valores de los parámetros de interés, permitirá definir los modelos de partida para los procesos de inversión geofísica o geodésica, de una forma más próxima a la realidad. Dicho de otra forma, las técnicas que requieran de un modelo geológico de capas, podrían asociar las unidades estrato-volcánicas que se presentan en este trabajo a las características físicas requeridas para poder desarrollar las inversiones oportunas con una precisión mayor.

De esta forma se aporta el conocimiento geológico del subsuelo que es necesario tanto para las inversiones de datos geofísicos y geodésicos como para la interpretación de los registros. Ya que no es sólo el hecho de tener un modelo de capas geológicas, sino su vista en 3D la que además puede facilitar el entendimiento y visión de las estructuras o eventos que se desarrollan en el subsuelo.