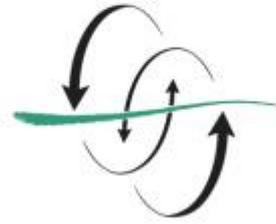


FACULTAD
DE CIENCIAS
DEL MAR



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

**PROPUESTA DE LUGARES DE INTERÉS
GEOLÓGICO (LIG) COSTEROS EN EL
MUNICIPIO DE LA ALDEA DE SAN NICOLÁS
(OESTE DE GRAN CANARIA)**

ROMUALDO BENTOR GARCÍA GUERRA

2019/2020

DIRECTOR: JOSÉ MANGAS VIÑUELA

Trabajo de fin de Máster en Gestión Costera

**PROPUESTA DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO (LIG) COSTEROS EN
EL MUNICIPIO DE LA ALDEA DE SAN NICOLÁS (OESTE DE GRAN
CANARIA)**

Tesinando

Romualdo Bentor García Guerra

Máster en Gestión Costera

Curso 2019/2020

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Director

D. José Mangas Viñuela

Catedrático en Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Instituto de Oceanografía y Cambio Global (IOCAG)

Grupo de investigación: Geología Aplicada y Regional (GEOGAR)

Romualdo Bentor García Guerra

José Mangas Viñuela

Las Palmas de Gran Canaria, 9 de enero de 2020.

Índice

Resumen/Abstract.....	2
1. Introducción.....	3
2. Área de estudio y marco geológico.....	3
2.1. Área de estudio.....	4
2.2. Contexto geológico de Gran Canaria.....	5
2.3. Contexto geológico de La Aldea de San Nicolás.....	7
3. Metodología.....	8
3.1. Recopilación bibliográfica y documental.....	8
3.2. Constitución del grupo de trabajo y elección de expertos colaboradores.....	8
3.3. Selección preliminar de los LIG.....	8
3.4. Estudio y descripción de los LIG. Fichas descriptivas.....	9
3.5. Valoración del interés y selección definitiva de los LIG.....	9
3.6. Valoración de la susceptibilidad y del riesgo de degradación.....	9
4. Resultados.....	9
4.1. LIG 1 Andén Verde-Punta La Aldea.....	11
4.2. LIG 2 Playa de La Aldea-Roque Colorado.....	13
4.3. LIG 3 Guguy.....	16
4.4. LIG 4 El Descojonado.....	17
4.5. LIG 5 Playa de Tasarte.....	18
4.6. Valoración de los LIG costeros.....	20
4.7. Valoración de la susceptibilidad y del riesgo de degradación.....	21
5. Discusión.....	23
6. Futura puesta en valor de los LIG costeros.....	25
7. Conclusiones.....	25
8. Agradecimientos.....	26
Referencias	
Anexos	

Resumen

En este trabajo se proponen cinco lugares de interés geológico (LIG) en la costa de La Aldea de San Nicolás al oeste de Gran Canaria. Los LIG costeros planteados son, de norte a sur, (1) Andén Verde - Punta La Aldea, (2) Playa de La Aldea - Roque Colorado, (3) Guguy, (4) El Descojonado y (5) Playa de Tasarte. Los LIG seleccionados se encuentran dentro del Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT) y la Zona de Servidumbre de Protección de 200 metros y, a su vez, están incluidos dentro de los espacios protegidos del Parque Natural de Tamadaba, la Reserva Natural de Guguy y el Parque Rural El Nublo, englobados dentro de la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria. La franja litoral municipal, con una extensión de 33 kilómetros, presenta materiales y morfologías volcánicas y sedimentarias, desde el episodio basáltico (14,5-14,1 Ma), la formación de la caldera de Tejeda con la emisión de la ignimbrita P1 (14,1 Ma), seguido de los episodios traquítico-riolítico (14,1-13,4 Ma) y traquítico-fonolítico (13,4-9,3 Ma). Estas formaciones tan singulares representan las etapas miocenas de construcción en escudo y de declive alcalino de la isla, lo que nos permiten interpretar parte de su historia geológica. Los LIG costeros tiene una alta trascendencia regional y pueden ser utilizado como base para futuras estrategias de geoconservación y geoturismo dentro de la gestión costera municipal e insular. Estamos ante el primer trabajo de patrimonio geológico costero del municipio realizado mediante el documento metodológico del Inventario de Lugares de Interés Geológico (IELIG) del Instituto Geológico y Minero de España (García-Cortés et al., 2018).

Palabras clave: costa, La Aldea de San Nicolás, LIG, Mioceno, patrimonio geológico.

Abstract

In this work, a set of five geosites is proposed on the coast of La Aldea de San Nicolás to the west of Gran Canaria. The coastal geosites raised are, from north to south, (1) Andén Verde - Punta La Aldea, (2) Playa de La Aldea - Roque Colorado, (3) Guguy, (4) El Descojonado and (5) Playa de Tasarte. The selected geosites are located within the maritime-terrestrial public domain and the protection servitude zone of 200 meters and, in turn, are included within the protected areas of Tamadaba Natural Park, Guguy Natural Reserve and Nublo Rural Park, encompassed within the Gran Canaria Biosphere Reserve. The municipal coastal strip, with an extension of 33 kilometers, presents both volcanic and sedimentary materials and morphologies from the basaltic stage (14.5-14.1 Ma), the Tejeda caldera formation with the emission of the P1 ignimbrite (14.1 Ma), followed by trachytic-rhyolitic (14.1-13.4 Ma) and trachytic-phonolitic (13.4-9.3 Ma) stages. These unique formations are representative of the Miocene shield-building stage and alkaline-declining stage of the island, thus allowing interpreting part of its geological history. The coastal geosites are of great regional significance and can be used as a basis for future geoconservation and geotourism strategies in municipal and island coastal management. This is the first work on coastal geological heritage in the municipality carried out through the methodological document of the Spanish Inventory of Sites of the Geological Interest from the Geological and Mining Institute of Spain (García-Cortés et al., 2018).

Keywords: coast, La Aldea de San Nicolás, geosite, Miocene, geological heritage.

1. Introducción

En España durante el siglo pasado se comenzó a definir y proteger áreas de interés en cuanto a su contenido geológico, destacando su particular patrimonio geológico. Entendemos como patrimonio geológico al “conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida” (Ley 42/2007). El estudio del patrimonio geológico y su geoconservación ha cobrado importancia en el siglo actual, debido a las legislaciones españolas vigentes como la mencionada Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, la 5/2007 de la Red de Parques Nacionales o la 45/2007 de Desarrollo Sostenible del Medio Rural, las cuales fomentan la investigación y puesta en valor de los recursos geológicos del territorio nacional. Asimismo, los Lugares de Interés Geológico (LIG) con relevancia internacional son enmarcados en el proyecto internacional Global Geosites, que persigue identificar el patrimonio geológico mundial mediante figuras como los Geosites y Geoparks establecidas a nivel internacional (Henriques y Brilha, 2017). Dicho proyecto está apoyado por organismos internacionales como la UNESCO.

Concretamente, la ley 42/2007 establece realizar un inventario de lugares de interés geológico en el territorio nacional, definiendo Lugar de Interés Geológico, también conocidos como geositos (traducción literal del inglés geosites), como un lugar de interés, por su carácter único y/o representativo, para el estudio e interpretación del origen y evolución de los grandes dominios geológicos españoles (García-Cortés et al., 2018). Dichas áreas deberán mostrar, de manera suficientemente continua y homogénea en toda su extensión, una o varias características notables y significativas del patrimonio geológico de una región natural (García-Cortés et al., 2018).

En este contexto, el objetivo principal del presente trabajo es hacer una revisión de la geodiversidad y del patrimonio geológico de la franja costera del término municipal de La Aldea de San Nicolás, dentro del Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT) y la Zona de Servidumbre de Protección (100 metros tierra adentro, ampliable hasta 200 metros) (Ley 2/2013), así como definir y proponer las áreas idóneas de ser declaradas LIG en este territorio. De esta manera, se pretende que se incluyan en el inventario nacional los LIG propuestos, con el propósito de que se tenga en cuenta en la gestión del litoral municipal e insular, y en futuras estrategias de geoconservación y geoturismo, favoreciendo el desarrollo sostenible local.

2. Área de estudio y marco geológico

En primer lugar, se definirán las principales características geográficas de Canarias y La Aldea de San Nicolás, y posteriormente se expondrán los aspectos geológicos principales de la zona costera de estudio dentro del marco de la isla de Gran Canaria.

2.1. Área de estudio

Las Islas Canarias constituyen un conjunto de siete islas volcánicas principales en el sector noreste del margen continental africano, entre los paralelos 27° 38'-29° 25' de latitud norte y los meridianos 13° 20'-18° 09' de longitud oeste. Gran Canaria con su contorno circular es la tercera isla en extensión del archipiélago, con una superficie de 1532 km² y, también una de las de mayor altura, con su punto más elevado a 1949 m en el Pico de las Nieves situado en su zona central (Balcells et al., 1992). Dentro de la isla de Gran Canaria, el área de estudio se centra en su costa oeste, dentro del término municipal de La Aldea de San Nicolás (Fig. 1).

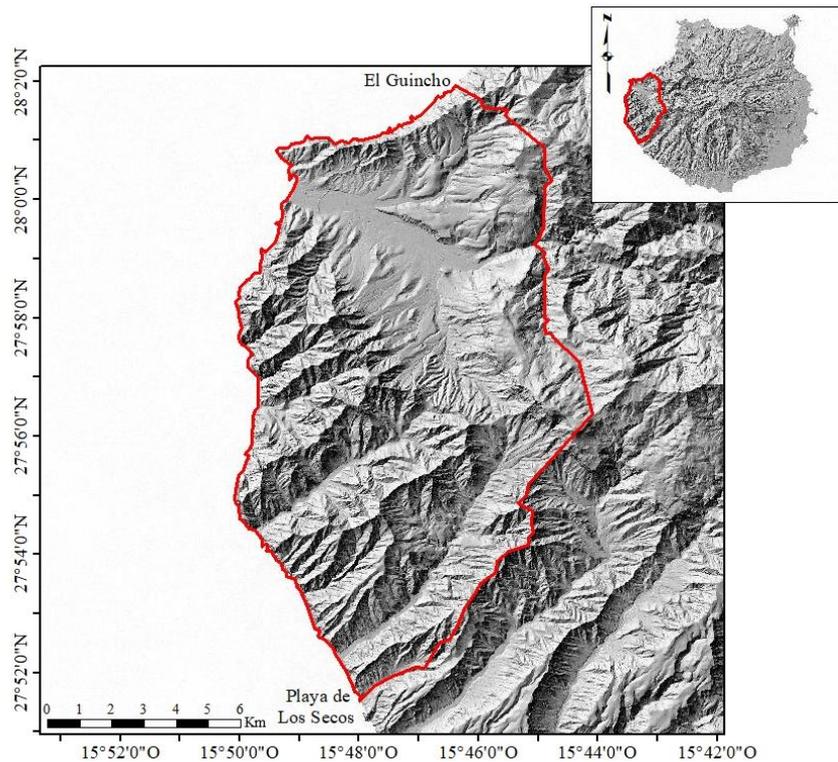


Figura 1. Mapa de localización de La Aldea de San Nicolás, oeste de Gran Canaria: límite costero fronterizo norte (El Guincho) y sur (Playa de Los Secos) (mapa elaborado con el software ARGIS map).

La Aldea de San Nicolás exhibe una superficie de 123,58 km², siendo el tercer municipio con mayor extensión en la isla. Desde un punto de vista fisiográfico, destacan los grandes relieves existentes que se elevan sobre los profundos barrancos. En la parte norte del municipio, se encuentra el barranco de La Aldea de este a oeste, siendo la mayor cuenca hidrográfica insular y en el que vierten sus aguas los barrancos de Tejada, Siberio, Tifaracal, Salado, Furel y Tocodomán. En la zona sur-occidental, se localizan los barrancos de Peñón Bermejo, Guguy, Tasartico y Tasarte, con orientación noreste-suroeste.

El término municipal costero tiene una franja litoral con una extensión de 33 kilómetros, comprendidos desde El Guincho al norte, colindante con el municipio de Artenara, hasta la playa de Los Secos al sur, colindante con el municipio de Mogán (Fig. 1). A lo largo de la costa rocosa aldeana, se aprecia principalmente acantilados de cientos de metros de altura, originados por deslizamientos gravitacionales gigantes (Coello Bravo

y Coello Bravo, 1999; Acosta et al., 2005; Carracedo et al., 2009), los cuales están cortados por los barrancos, y donde afloran materiales, morfologías y estructuras volcánicas y sedimentarias desde el mioceno (14,5 Ma) hasta la actualidad (Balcells et al., 1990).

El patrimonio geológico costero de La Aldea se encuentra muy bien conservado en líneas generales, ya que está incluido dentro los espacios naturales protegidos Parque Natural de Tamadaba, Reserva Natural de Guguy y Parque Rural del Nublo (Ley 12/1994). Asimismo, se hallan en la Red Natura 2000 (Ley 42/2007) como Zona Especial de Conservación (ZEC) 49_GC, ZEC 57_GC y ZEC 28_GC, respectivamente, y en el medio marino encontramos las ZEC 46_GC, Sebadales de Guguy, y 33_GC, Franja Marina de Mogán. Todo el territorio aldeano conforma parte de la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria (Fig. 2).

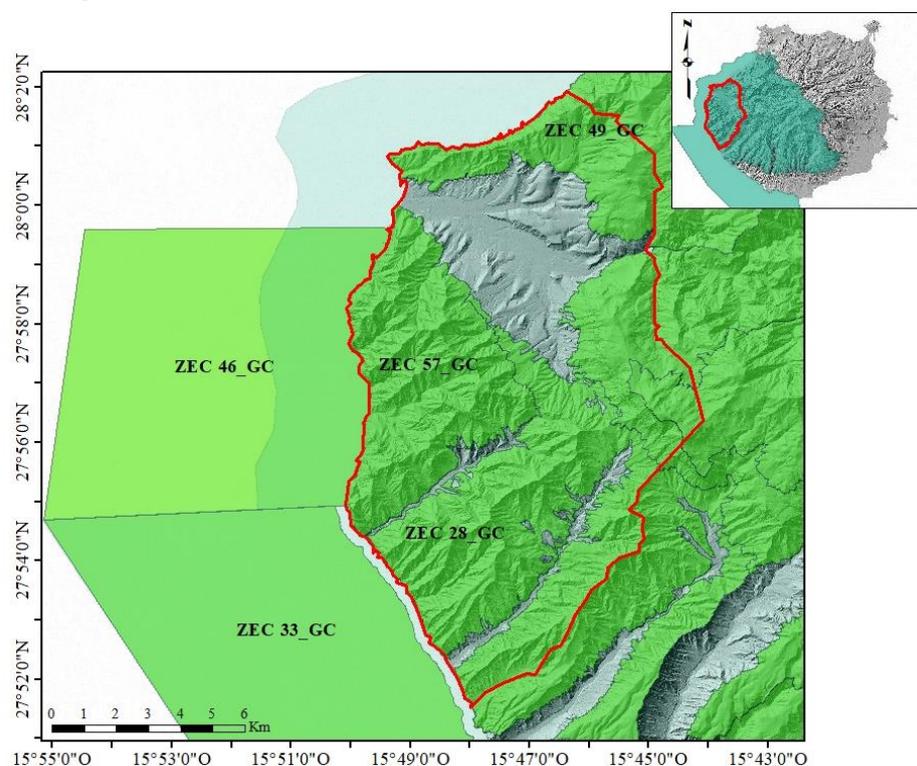


Figura 2. Mapa de localización de las ZEC existentes en la costa del término municipal de La Aldea de San Nicolás, mostrando el área de la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria en color turquesa (mapa elaborado con el software ARGis map).

2.2. Contexto geológico de Gran Canaria

La isla de Gran Canaria comenzó a crecer por encima del nivel del mar desde el Mioceno medio, hace unos 14,5 Ma, con erupciones volcánicas subaéreas, esencialmente basálticas y efusivas (Fuster et al., 1968; Balcells et al., 1990). En esta fase de construcción en escudo insular tuvo que originarse un gran volcán basáltico y sus dimensiones superaba incluso la superficie de la isla actual, ya que por el sector occidental la línea de costa ha sufrido un retroceso debido a deslizamientos gravitacionales gigantes, que son típicos durante la formación de las islas volcánicas oceánicas asociadas a punto caliente (Walker, 1990; Acosta et al., 2005). Prueba de ello son los enormes acantilados labrados en materiales de esta formación basáltica miocena en la zona de estudio. Según

McDougall y Schmincke (1976), la emisión completa de esta formación fue aproximadamente en unos 400.000 años, que es el período comprendido entre 14,5-14,1 Ma, duración muy corta si se tiene en cuenta el enorme volumen de material emitido (1.000 km^3) (Schmincke, 1976 y 1990).

Posteriormente a la formación basáltica, se produce un brusco y repentino vaciado de la cámara magmática, probablemente debido a la rapidez de la emisión de la formación basáltica, el cual dio lugar al hundimiento del sustrato del volcán en escudo, provocando el colapso y la formación de la caldera de Tejada (Fuster et al., 1968; Schmincke, 1976 y 1990; Balcells et al., 1990). Con el colapso de la caldera comienzan las emisiones de magmas diferenciados félsicos de carácter explosivo como, por ejemplo, lavas e ignimbritas de composiciones traquíticas-riolíticas y traquíticas-fonolíticas, desde los 14,1 Ma hasta los 7,2 Ma, más las intrusiones de cuerpos plutónicos de sienitas y fonolitas, y el sistema cónico de diques félsicos (Fuster et al., 1968; Balcells et al., 1990; Freundt y Schmincke, 1995; Schirnick et al., 1999). Esta etapa de magmatismo se denomina fase de declive alcalino. Más tarde, existe un periodo de inactividad volcánica desde los 7,2 Ma hasta los 5,3 Ma que da lugar a depósitos sedimentarios de fan-delta que constituyen el Miembro inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas (FDLP). Después, comienza la fase de reactivación o rejuvenecimiento volcánico insular con la formación del estratovolcán Roque Nublo que estuvo activo entre 5,3 y 2,9 Ma, ciclo Roque Nublo, y erupciones efusivas asociadas a un rift NO-SE y, posteriormente, a vulcanismo de carácter monogénico estromboliano desde los 3,6 Ma hasta el Holoceno (Fuster et al., 1968; Pérez-Torrado et al., 1995; Guillou et al., 2004). Durante todo el tiempo de construcción magmática de la isla se están produciendo procesos erosivos y sedimentarios que dan lugar a morfologías y depósitos sedimentarios de edad variada (deslizamientos, barrancos, acantilados, playas, terrazas, aluviones, coluviones, suelos, entre otros) que constituyen algunos de ellos los miembros medio y superior de la FDLP o los depósitos de deslizamientos gravitacionales de edad pliocena, o los depósitos cuaternarios recientes (Vera, 2004).

En definitiva, la fase de vulcanismo subaéreo y plutonismo se dividen en tres grandes ciclos magmáticos: Ciclo I o edificios miocenos (episodios basáltico, traquítico-riolítico, traquifonolítico, y sienitas y cone-sheet), Ciclo II o edificio plioceno Roque Nublo y Ciclo III o erupciones Post Roque Nublo pliocuaternarias (Fig. 3).

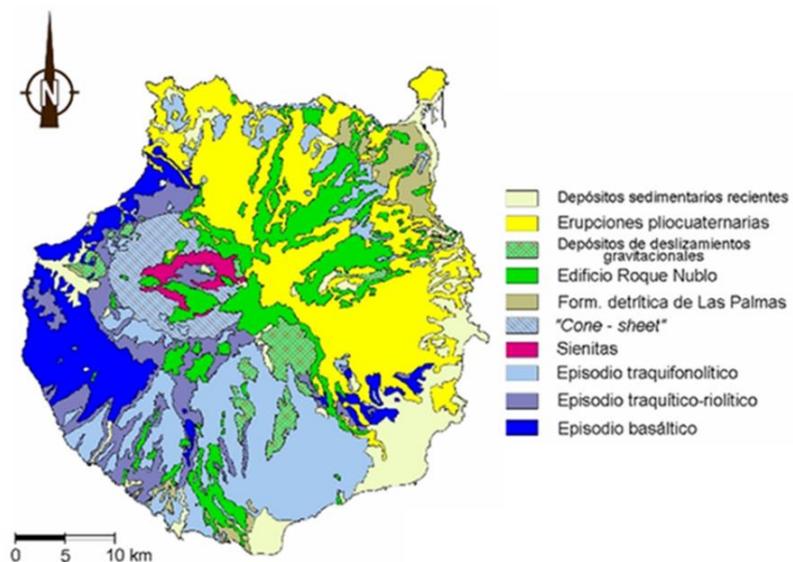


Figura 3. Mapa Geológico de Gran Canaria (tomado de Vera, 2004 y modificado por García-Guerra, 2019).

2.3. Contexto geológico de La Aldea de San Nicolás

Referente a la geología de La Aldea de San Nicolás, su territorio revela las formaciones más antiguas datadas en Gran Canaria, destacando principalmente la Formación basáltica, seguido de las Formaciones traquítico-riolítica y traquítico-fonolítica del Ciclo I. Es ahí donde radica la excepcionalidad del patrimonio geológico que atesora este municipio (Fig. 4).

Teniendo en cuenta estas formaciones, los elementos geológicos más destacados de La Aldea, ordenados de más antiguos a más modernos, son los siguientes:

- Lavas basáltico-olivínicas, olivínico-piroxénicas y plagioclásicas, con traquibasaltos e intercalaciones de almagres.
- Toba vitrofídica riolítico-traquítica, traquibasaltos e intercalaciones ignimbríticas (P1 o Composite-flow).
- Ignimbritas, coladas piroclásticas y coladas riolítico-traquíticas peralcalinas. En esta unidad se incluyen todas las ignimbritas de la Formación traquítico-riolítica excepto el P1.
- Ignimbritas y lavas fonolítico traquíticas peralcalinas.
- Tobas ignimbríticas y coladas riolítico-traquíticas peralcalinas. Niveles de alteración hidrotermal, verdes y amarillentos ("azulejos") en las tobas ignimbríticas y coladas riolítico-traquíticas peralcalinas.
- Depósitos de deslizamientos gravitacionales, rocas sedimentarias y sedimentos aluviales antiguos y actuales, de fondo de barranco y de valle.

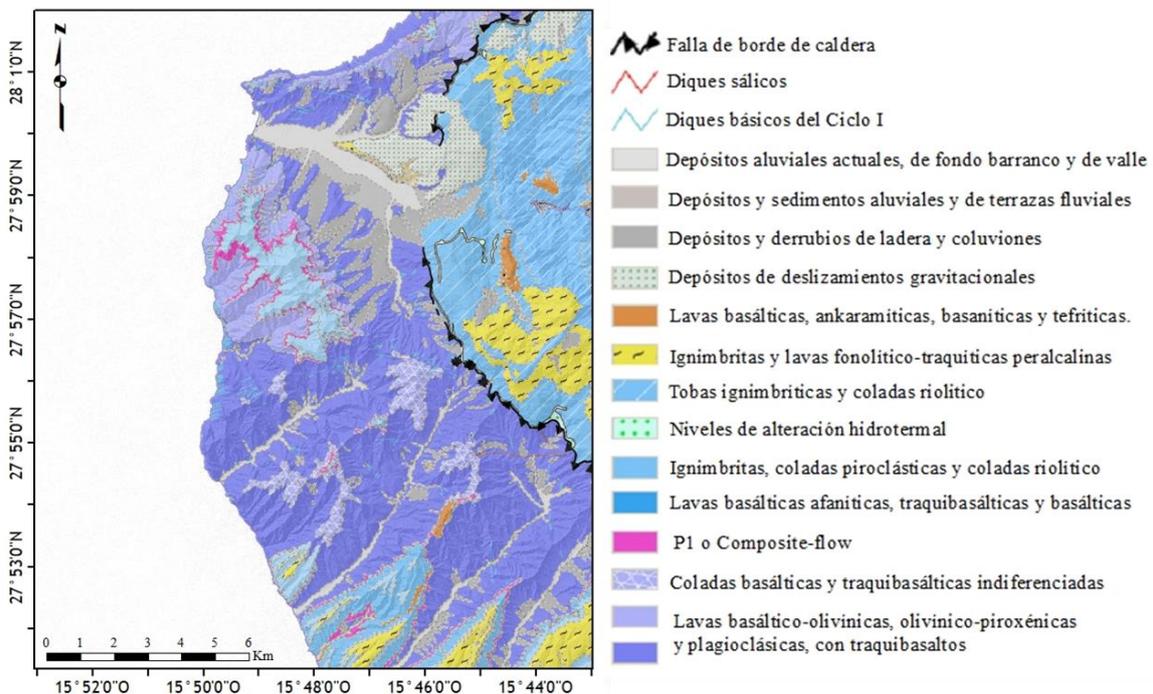


Figura 4. Mapa geológico de La Aldea de San Nicolás (mapa elaborado con el software ARGIS map).

3. Metodología

Para la realización de este trabajo se ha utilizado como base el documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG) (García-Cortés et al., 2018, versión 5) previsto en la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, actualizando el hasta ahora existente en el Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

El estudio consiste en las siguientes etapas:

3.1. Recopilación bibliográfica y documental

La información consultada se centra en las características geológicas del área de estudio, con un carácter pluri-disciplinar, los espacios naturales protegidos vinculados y otros elementos de interés como el patrimonio histórico, cultural y etnográfico, así como la legislación correspondiente (artículos científicos y de divulgación, cartografía temática, infraestructura de datos espaciales, geoguías de excursiones científicas, entre otros). De igual manera, se realizaron varias salidas de campo, tanto a zonas terrestres y marinas con el objeto de tomar notas y fotografías de los elementos geológicos existentes (materiales, geoformas y estructuras), realizar esquemas y confeccionar columnas vulcano-estratigráficas, como actividades principales.

3.2. Constitución del grupo de trabajo y elección de expertos colaboradores

Los expertos colaboradores son seleccionados de diversas ramas de las ciencias naturales e históricas, especialmente grupos de investigación en geología y patrimonio natural y cultural de las universidades canarias y organismos públicos de investigación (OPIs), así como técnicos de las administraciones locales, autonómicas y nacionales de estas especialidades, y de empresas privadas que trabajan en el medioambiente insular. Esta selección tiene el propósito de que estos expertos aporten información sobre patrimonio geológico en el área de estudio que pudieran facilitarnos la definición de los LIG costeros. Los miembros de este trabajo formamos parte del listado de colaboradores.

3.3. Selección preliminar de los LIG

Una vez constituido el panel de personas con experiencia en el patrimonio natural y cultural insular, se procede a usar la metodología de Delphi para la selección de los LIG, una técnica de investigación social que tiene como objeto la obtención de una opinión grupal fiable a partir de un grupo de expertos (Landeta et al. 2002; Astigarraga, 2003). Previamente, se lanza el cuestionario preliminar (García-Cortés et al., 2018) para recoger los lugares propuestos por parte de los expertos colaboradores que tienen posibilidades de incorporarse al inventario y, por otra parte, obtener el grado de conocimiento, coherencia y sensibilidad geoconservacionista del encuestado. Se mantiene un anonimato a los efectos de evitar sesgos debidos a la influencia que pudieran ejercer unos sobre otros.

Seguidamente tratada la información del primer cuestionario, se lleva a cabo el lanzamiento del segundo cuestionario (García-Cortés et al., 2018). Con ello, se pretende obtener la lista de lugares candidatos a ser LIG considerando el valor intrínseco, el valor

ligado a la potencialidad de uso y el valor ligado a la necesidad de protección. Se busca la convergencia de los expertos, con el fin de consolidar los resultados de la primera ronda. De esta forma, se elabora el informe final con las conclusiones obtenidas y la selección preliminar de LIG, descartando las propuestas que no hayan superado un cierto nivel de consenso.

3.4. Estudio y descripción de los LIG. Fichas descriptivas

En este apartado se rellenan las fichas descriptivas previstas en el documento metodológico del IELIG (García-Cortés et al., 2018) para los LIG provisionales con la información recopilada de los expertos, bibliográfica consultada y los datos recopilados en diversas salidas de campo y mar. El enfoque principal es la caracterización de elementos geológicos costeros, tanto los materiales geológicos (rocas y minerales) y procesos de formación ígneos y sedimentarios, los procesos de deformación o modelado (geomorfología) y los yacimientos paleontológicos, seguido de la información relativa a los espacios naturales protegidos asociados, así como el patrimonio histórico, cultural y etnográfico ligados a los LIG costeros seleccionados.

3.5. Valoración del interés y selección definitiva de los LIG

En esta fase, el equipo de trabajo hemos procedido a valorar todos LIG costeros resultantes de la fase anterior. Cada lugar preseleccionado es puntuado mediante un método paramétrico, otorgándoles pesos ponderados para adquirir su valor de interés científico, didáctico y turístico-recreativo (Anexo I) (García-Cortés et al., 2018). De esta manera, se obtiene una puntuación significativa para la selección definitiva de los LIG costeros.

3.6. Valoración de la susceptibilidad y del riesgo de degradación

Finalmente, una vez conseguidos los LIG costeros definitivos y calculados por separado sus valores científicos, didácticos o turístico/recreativos, analizamos su prioridad de protección en cada uno de los tres tipos de interés nombrados y en su conjunto. Para ello, se aplicarán unos parámetros de valoración de la vulnerabilidad por amenazas naturales y antrópicas enfocados a establecer la susceptibilidad de degradación de cada lugar, atribuyendo a cada uno su puntuación objetivo (Anexo II). La susceptibilidad de degradación es la facilidad que presenta un lugar de interés geológico para degradarse en función de su tamaño, su fragilidad y su vulnerabilidad natural o antrópica (García-Cortés et al., 2018).

4. Resultados

En primer lugar, el equipo de trabajo seleccionó un panel de expertos formado por 64 profesionales que han trabajado o conocen la geología del municipio o de la isla. Con el lanzamiento del primer cuestionario se aprovechó para pedir la colaboración en el estudio, aceptando participar de forma voluntaria 12 profesionales. La formación académica de este 19% de expertos participantes corresponde a cuatro geólogo/as (33%), tres geógrafos/as (25%), un científico marino (8%), dos biólogas (16%), un arqueólogo (8%) y una historiadora (8%).

De acuerdo con los resultados obtenidos en la primera encuesta, analizamos las respuestas entorno al patrimonio geológico de Gran Canaria, seleccionando las diez más valoradas (Tabla 1a). En el caso de las respuestas para el municipio de La Aldea, seleccionamos nueve respuestas que cumplieran con la delimitación costera (Tabla 2b) y el resto de las respuestas fueron descartadas al no encontrarse dentro del municipio o Dominio Público Marítimo Terrestre y la Zona de Servidumbre de Protección (200 metros tierra a dentro desde el límite interior de la ribera del mar).

Tabla 1. Los diez lugares de interés geológico propuestos a) en Gran Canaria y b) en la costa de La Aldea.

a) Lugares de interés geológico de Gran Canaria	Predominancia (votos)	b) Lugares de interés geológico de La Aldea	Predominancia (votos)
Caldera de Tejeda	8	Playa de La Aldea	8
Roque Nublo	7	Andén Verde	7
Caldera de Bandama	6	Playa de Tasarte	6
Dunas Maspalomas	6	Acantilados-playa de Guguy	4
Roque Bentayga	4	El Descojonado	4
La Isleta	4	Playa de Tasartico	3
Andén Verde	3	Peñón Bermejo	2
Punta de las Arenas	2	Roque Colorado	1
Macizo de Guguy	2	Mirador El Balcón-Punta La Aldea	1
Los Azulejos de Veneguera	2		

Con la segunda encuesta se pretende que los expertos participantes de la primera consulta formulen su opinión, valorando todos los lugares propuestos. Esta valoración se realiza de acuerdo con los valores de 0, 5, 10, 15 y 20, siendo 0 un lugar irrelevante y 20 un lugar excepcional para conocer, estudiar e interpretar el origen y evolución geológica de Gran Canaria o los procesos que la han modelado.

En esta segunda encuesta participan el 50% de los expertos colaboradores en la primera encuesta. Después del análisis de la valoración obtenida para cada LIG, seleccionamos siete LIG costeros en La Aldea, teniendo en cuenta su relevancia al ser los más puntuados (Tabla 2).

Tabla 2. Valoración de los LIG costeros de La Aldea propuestos en la segunda encuesta.

LIG costeros de La Aldea	Valoración total
Playa de La Aldea	80
Andén Verde	100
Playa de Tasarte	70
Acantilados-playa de Guguy	90
El Descojonado	65
Playa de Tasartico	20
Peñón Bermejo	35
Roque Colorado	50
Mirador El Balcón-Punta La Aldea	75

Una vez obtenidos los LIG costeros de la Tabla 2, decidimos considerar sólo 5, unificando alguno de ellos por su cercanía. Así el Andén Verde lo unimos con el Mirador El Balcón-Punta La Aldea y la Playa de La Aldea con el Roque Colorado. Por tanto, los

LIG definidos para su tratamiento de valoración, de norte a sur, son (Fig. 5): Andén Verde-Punta La Aldea (denominado LIG 1), Playa de La Aldea-Roque Colorado (LIG 2), Guguy (LIG 3), El Descojonado (LIG 4) y Playa de Tasarte (LIG 5).

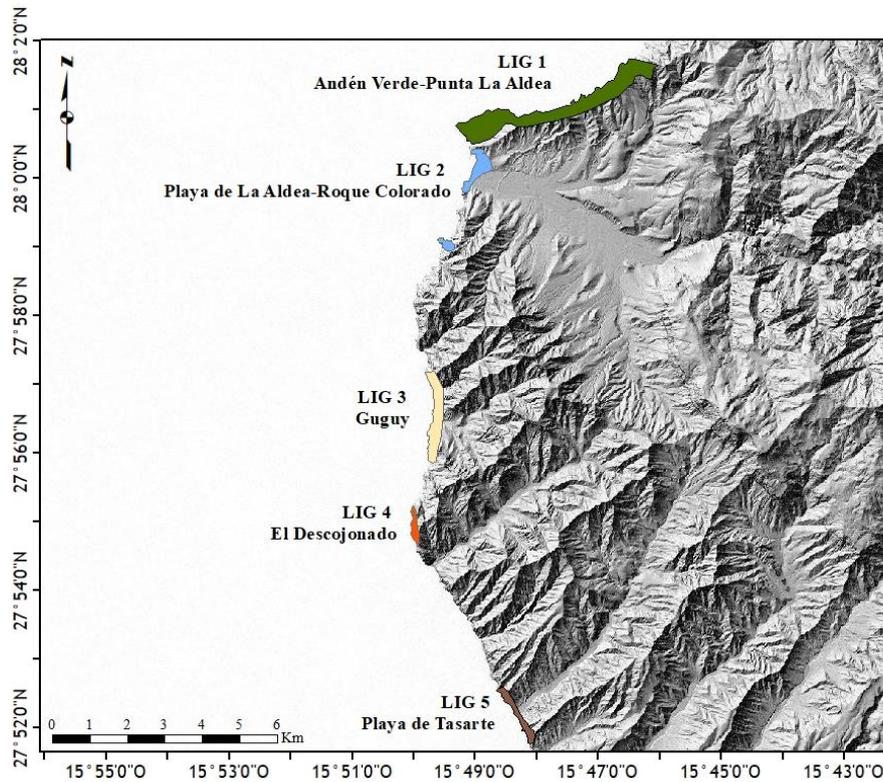


Figura 5. Cartografía de los LIG costeros definitivos para el municipio de La Aldea de San Nicolás (mapa elaborado con el software ARGis map).

A continuación se va a caracterizar los elementos geológicos (materiales, geoformas y estructuras) en cada uno de los LIG costeros propuestos.

4.1. LIG 1 Andén Verde-Punta La Aldea

El LIG de Andén Verde-Punta La Aldea está localizado en la costa noroeste de La Aldea, 28°01'09''N 15°47'07''O, situando el Andén Verde al norte y Punta La Aldea al sur (Fig. 6A y B). Este LIG 1 presenta un área de 2,399 Km² y se observan en él acantilados de la fase de construcción en escudo de la isla de edad miocena, con potencias que oscilan entre 500 y 600m, y que son apilamientos de rocas volcánicas de la Formación Basáltica Inferior (basaltos alcalinos) en la base y Superior (hawaitas y mugearitas) en el techo, con edades entre 14,5-14,1 Ma (Fuster et al., 1968; Schmincke 1976 y 1990; McDougall y Schmincke, 1976; Balcells et al., 1990). En la zona más al norte del LIG, cerca del límite fronterizo con el municipio de Artenara, aparece en la parte superior del acantilado la Montaña Aserrada con un afloramiento de rocas volcánicas félsicas (lavas e ignimbritas) de la Formación Traquítica-riolítica, y destaca una unidad del Miembro Mogán Inferior que se denomina capa P1 (colada ignimbrítica compuesta relacionada con el momento del colapso de la Caldera de Tejeda, composite-flow de Freundt y Schmincke, 1995). La capa P1 está caracterizada por ignimbritas vitrofídicas de composición riolítica en la base y traquibasálticas, mugearíticas, hacia el techo, con una edad de 14,1 Ma. Esta

capa tan particular está constituida por cristales blancos idiomorficos de anortoclasa (feldespato alcalino de potasio y sodio) con proporciones de abundancia en la roca de más del 50% junto con fragmentos líticos oscuros de composiciones variadas basáltico-traquibasálticos, y ambos componentes soldados por una matriz vítrea de color marrónáceo (Fig. 6D y E) (Balcells et al., 1992). La capa P1 marca el final de la fase en escudo insular y comienzo de la etapa del declive alcalino que va a desarrollarse en la isla entre 14,1 y 7,3 Ma (Fuster et al., 1968; Schmincke, 1976 y 1990; Balcells et al., 1990; Freundt y Schmincke 1995; Schirnack et al., 1999). Asimismo, en estas rocas félsicas observamos procesos de alteración meteórica posterior con cristales de pirolusitas (óxidos de manganeso) y texturas dentríticas (Fig. 6C) y depósitos blancuzcos de carbonatos cálcicos. En el afloramiento de la capa P1 no aparecen a simple vista texturas de flamas, fragmentos líquidos de magma estirados y aplastados en la dirección del flujo típicos de flujos piroclásticos, pero si se observan al microscopio petrográfico, viéndose morfologías de microflamas plegadas en la matriz vítrea. En otras ignimbritas traquiriolíticas de este LIG si se aprecian flamas elipsoidales aplastadas a simple vista que son texturas de flujos piroclásticos soldados y que originalmente se emitieron a temperaturas altas.

También se encuentran distintos materiales, geoformas y estructuras en los acantilados como, por ejemplo: intrusiones de diques de composiciones variadas (máficas y félsicas) y que son los salideros de las distintas erupciones de este ciclo I; depósitos de piroclastos marrónáceos cementados y meteorizados entre coladas (denominados almagres) y que generan nacientes de agua al ser impermeables; capas de sedimentos detríticos de distintos tamaños (limo-arcillas, arenas, gravas, cantos y bloques) caídos por gravedad sobre las laderas de los apilamientos de basaltos (coluviones), acumulaciones de grandes cantos y bloques sueltos caídos en la base de los acantilados; playas de cantos rodados situados sobre las plataformas litorales y, por último, barrancos colgados en la cicatriz de deslizamientos gravitacionales y que forman una red de drenaje por los riscos de Carrizo-Punta de La Aldea conocido comúnmente este lugar como cola de dragón. En relación con los barrancos colgados, la zona del LIG 1 representa un arco acantilado que constituye la cabecera concava hacia el mar de un gran deslizamiento gravitacional (Coello Bravo y Coello Bravo 1999; Carracedo et al., 2009; Cabrera Santana et al., 2018). Este deslizamiento que configura el paleoacantilado no está datado pero como afecta a materiales las Formaciones basálticas y traquítico-riolítica, debió de producirse en el Mioceno medio (menos de 13,4 Ma).

Por otra parte, hacia el norte se aprecia la Punta de Las Arenas en el municipio de Artenara (Fig. 6A), una compleja estructura en la que se intervienen procesos geológicos de deslizamientos de terreno, torrenciales, marinos y eólicos. La base de Punta de Las Arenas la constituye los depósitos de avalancha y sobre estos depósitos se colocan los materiales torrenciales (aluviales), eólicos (paleodunas) y marinos (paleoplayas), siendo éstos últimos arenas bioclásticas con muchos restos de conchas de organismos marinos (Criado et al., 1998).

Los elementos mineralógicos destacados en este LIG son minerales del grupo de las zeolitas que aparecen en geodas, vacuolas y grietas de las lavas basálticas miocenas,

similares a los descritos en Agaete (Rodríguez et al., 2012), junto con cristales de calcita, arcillas y óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso. Por otro lado, en las ignimbritas riolíticas de la Montaña Aserrada aparecen escasas fisuras rellenas de moganita, una variedad de cuarzo de baja temperatura parecida a la calcedonia (Flörke et al., 1976; Jiménez Martínez y González Laguna, 2014).

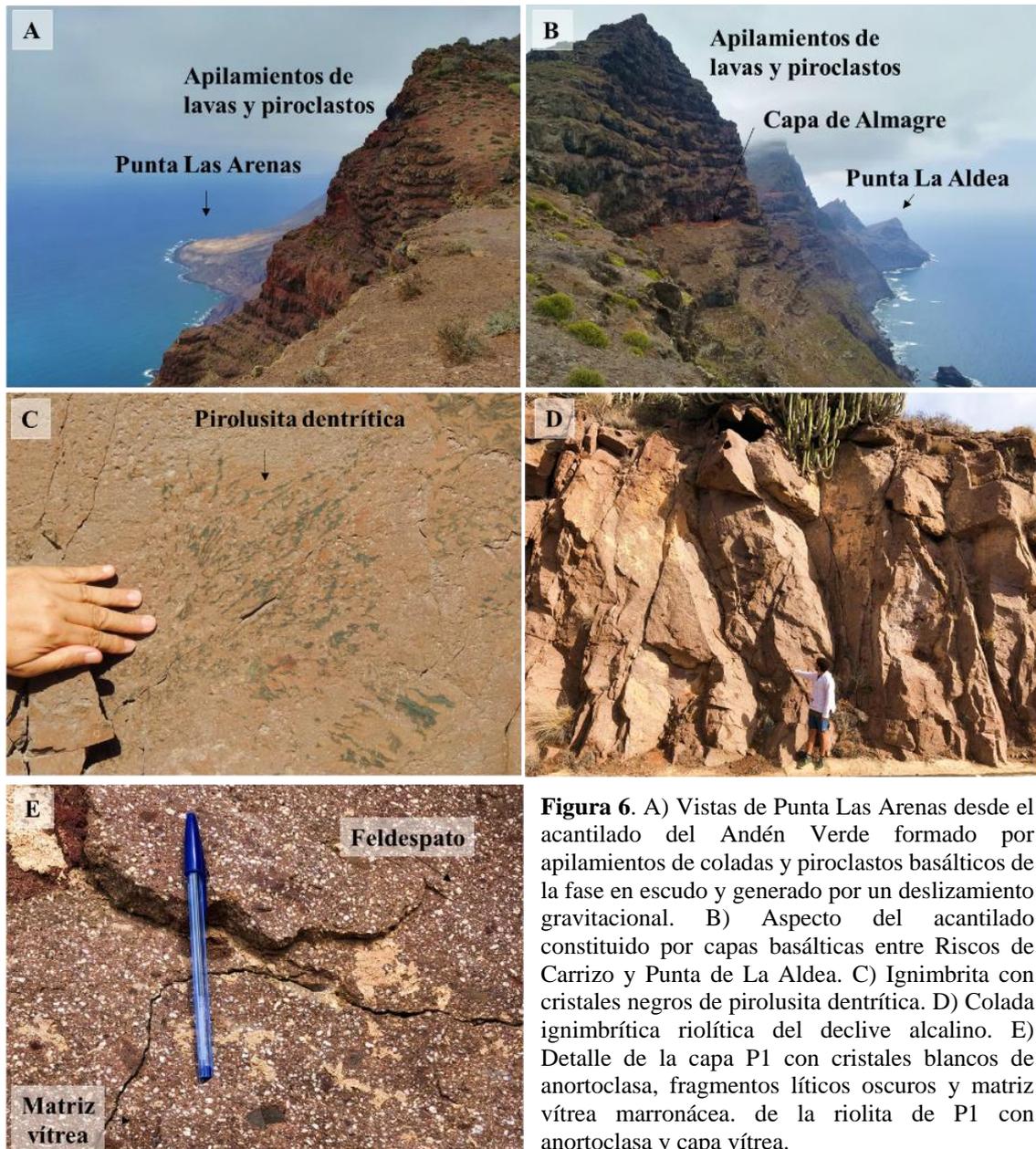


Figura 6. A) Vistas de Punta Las Arenas desde el acantilado del Andén Verde formado por apilamientos de coladas y piroclastos basálticos de la fase en escudo y generado por un deslizamiento gravitacional. B) Aspecto del acantilado constituido por capas basálticas entre Riscos de Carrizo y Punta de La Aldea. C) Ignimbrita con cristales negros de pirolusita dendrítica. D) Colada ignimbrítica riolítica del declive alcalino. E) Detalle de la capa P1 con cristales blancos de anortoclasa, fragmentos líticos oscuros y matriz vítrea marronácea. de la riolita de P1 con anortoclasa y capa vítrea.

Los acantilados costeros de esta comarca oeste de Gran Canaria son ricos en orchilla, un líquen utilizado para tintes naturales que generó un comercio importante en Canarias desde las primeras llegadas europeas en el s. XV (Suárez Moreno, 2003).

4.2. LIG 2 Playa de La Aldea-Roque Colorado

El LIG de Playa de La Aldea-Roque Colorado está ubicado en la desembocadura del barranco de La Aldea, 27°59'56''N 15°49'13''O, y presenta un área de 448.028 m². En la playa de La Aldea (Fig. 7A) aparece un depósito costero de sedimentos detríticos

de arena y cantos, y en la parte central existe un lagoon costero (El Charco), laguna que está ligada a la mayor fiesta tradicional del pueblo aldeano, declarada en 2005 como Bien de Interés Cultural. La morfología de la playa viene marcada por materiales detríticos aluviales de distintos tamaños, transportados por el barranco y retrabajados por la acción geológica del mar. A ambos extremos de la desembocadura se encuentran acantilados rocosos con apilamientos de la formación basáltica inferior miocena (coladas de tipo pahoehoe y “aa”, y ocasionalmente piroclastos de caída) de la etapa en escudo insular (Balcells et al., 1990). Igualmente, tanto en los acantilados del sur de la playa (Roque de La Aldea) como en el norte (La Caletilla) aparecen, a nivel intermareal y en la base del acantilado, una capa donde predominan numerosos flujos métricos y centimétricos de lavas pahoehoe (lavas lisas) (Fig. 7B y C). En estas coladas se distinguen cristales de milimétricos y centimétricos de plagioclasa, por lo que son basaltos feldespáticos o traquibasaltos, apilados unos flujos sobre otros, relacionados con una baja tasa eruptiva, pero con morfologías redondeadas y elipsoidales similares a las pillowlavas, en cortes transversales. No son flujos de pillowlavas enfriados bajo el agua puesto que no aparecen en el afloramiento brechas de pillows, ni hialoclastitas ni distinta disposición de alteraciones o tamaño de cristales o proporciones variables de cristales y vidrio desde el borde de cada pillow a su centro, entre otros factores. Todas estas características texturales y estructurales son típicas de erupciones submarinas de poca profundidad y los afloramientos de este LIG no las presentan. Por otra parte, a veces los flujos tienen estructuras de liesegang (Fig. 7D) en el núcleo de los mismos, con bandas concéntricas de colores marrones y anaranjados, producidas por alteración.

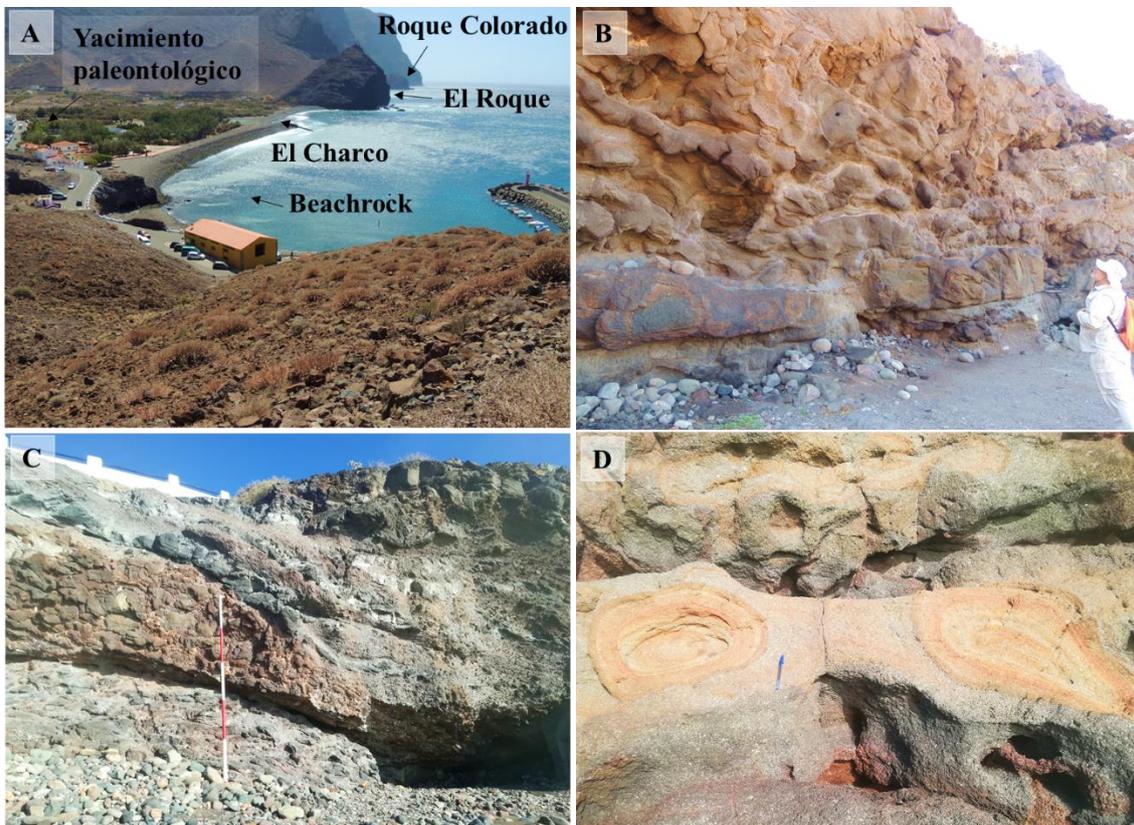


Figura 7. A) Vista de la Playa de La Aldea, constituida por cantos y arenas, el lagoon costero en el centro y en los extremos acantilados basálticos, con el Roque Colorado al fondo. B) Apilamiento de flujos lávicos

tipo “pahoehoe” y morfologías de almohadones en el sector sur de la playa. C) Sector norte de la playa y flujo lávico con estructuras almohadilladas. D) Estructuras de liesegang producidas por alteración.

Por otro lado, en el LIG hay intrusiones de diques que se observan en algunos acantilados con los apilamientos basálticos y traquibasálticos, que muestran potencias métricas, estructuras de enfriamiento de borde a centro con distinto color y disposición de cristales y vidrio, más fracturación variable debido a su enfriamiento rápido (Fig. 8A).

Pasado el Roque de La Aldea, se encuentra el conjunto volcánico de Roque Colorado (Fig. 8B) que es un saliente costero constituido por piroclastos de caída (lapilli y escoria) soldados y composición basáltica y traquibasáltica, de tonos marrones y rojizos producidos por alteración (presencia de óxidos e hidróxidos de hierro como, por ejemplo, goethita o hematites, más otros minerales secundarios), que contrastan con el color negro de los diques basálticos que lo atraviesan. Su forma actual moldeada por la erosión marina, junto con las distintas tonalidades de azul del mar, hacen de él uno de los testigos de erosión costera más llamativos del litoral de La Aldea y de Gran Canaria. En el acantilado adosado al Roque Colorado (Montañeta de María del Pino y Pico de los Verechuelos) se observa la capa guía P1 y coladas ignimbríticas traqui-riolíticas con abundantes fenocristales de anortoclasa, fragmentos líticos y matriz vítrea (Balcells et al., 1990).

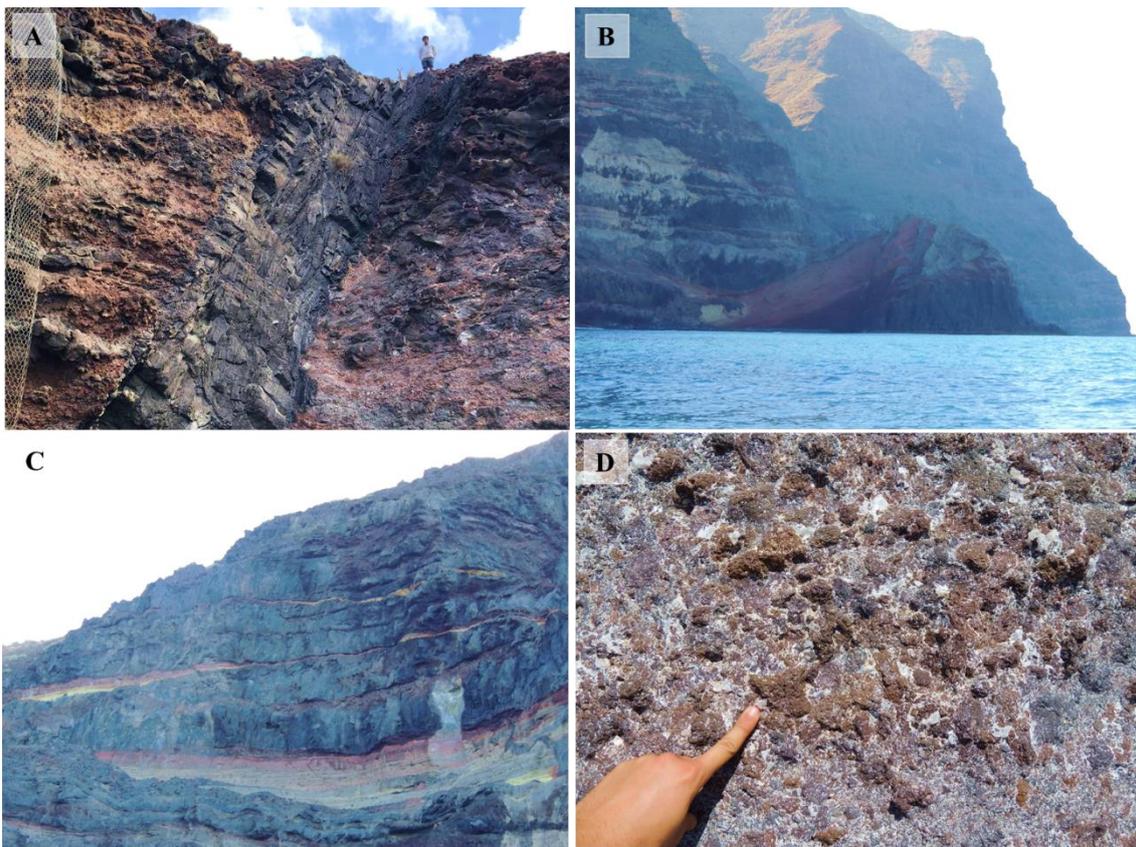


Figura 8. A) Dique de potencia métrica atravesando las coladas basálticas. B) Cono de Roque Colorado alterado y erosionado parcialmente por el mar, y en el acantilado se ven barrancos colgados en la cicatriz del deslizamiento gravitacional. C) Acantilado adosado al Roque Colorado con flujos lávicos pahoehoe (lavas lisas) y depósitos rojizos de piroclastos de caída (almagres). D) Zona escoriácea de una colada basáltica con precipitaciones secundarias de zeolitas, carbonatos y arcillas en los huecos y poros.

Por otra parte, la Caletilla situada en la zona norte de la playa de La Aldea aparece en zonas submareales e intermareales un depósito de playa fósil (beachrock), que se observa sobre todo en bajamar. No ha sido estudiado todavía, pero muestras las características típicas de estos depósitos marinos, conformados por distintas capas subhorizontales de calcarenitas y conglomerados cementados, y con buzamiento hacia el mar. Sería bueno estudiarlo geológicamente para definirlo de forma adecuada.

En cuanto a minerales, este LIG en los materiales de la formación basáltica muestra vacuolas y fracturas rellenas de zeolitas, calcita, arcillas y óxidos de hierro y manganeso, como en el LIG anterior (Rodríguez et al., 2012; Jiménez Martínez y González Laguna, 2014).

Desde el punto de vista paleontológico, se ha estudiado un yacimiento en el margen derecho de la desembocadura del barranco de La Aldea (Los Caserones y Barranquillo del Caiderillo) donde aparece una terraza de depósitos aluviales antiguos que contienen restos de vertebrados terrestres fósiles, y que se cubrieron para su preservación después de su estudio allá por el año 1984 y actualmente está tapado en parte por vegetación (Hernández-Acosta et al., 2016).

4.3. LIG 3 Guguy

El LIG de Guguy está situado en la costa oeste de La Aldea, 27°56'45''N 15°49'39''O, y presenta un área de 684.365m². Este lugar contiene unos acantilados, con potencia del orden de 500m, que representan uno de los mejores afloramientos de la fase de construcción en escudo de la isla (Fig. 9) (Mangas, 2005). En la playa de Guguy chico se observa en los acantilados una discordancia angular entre las coladas basálticas y traquibasálticas miocenas de la Formación Basáltica, el miembro basáltico Inferior o Güigüi y Superior u Horgazales, respectivamente (McDougall y Schmincke 1976; Balcells et al., 1990). Esta discordancia está definida por un depósito de piroclastos de caída rojizos (almagre). Por lo que se refiere a la litología de estos dos miembros varía ligeramente, puesto que el Inferior son esencialmente coladas basálticas alcalinas y el Superior está constituido por lavas de basaltos alcalinos y coladas un poco más diferenciadas de hawaiitas y mugearitas (Ballcells et al., 1990). Además, en estos acantilados donde predominan las coladas aparecen algunos niveles rojos de almágres que son piroclastos de caída alterados, más frecuentes hacia la parte alta, e intrusiones de diques básicos subverticales, con dirección NE-SO predominante, en el miembro Superior de la Formación Basáltica, los cuales cortan a los apilamientos lávicos. En general, todos estos materiales basálticos son reflejo de erupciones efusivas con carácter fisural que se desarrollaron durante el Mioceno medio y en un corto espacio de tiempo, unos 400.000 años entre 14,5 y 14,1 Ma (McDougall y Schmincke, 1976). En las partes altas de los acantilados, afloran apilamientos de coladas lávicas y piroclásticas de la fase de declive alcalino de la Formación Traquítico-Riolítica como es el flujo compuesto P1 y las coladas traquítico-riolíticas del miembro Mogán Superior (McDougall y Schmincke 1976; Balcells et al., 1990; Socorro, 2019).

El LIG de Guguy presenta una playa arenosa virgen de 1km de longitud con arena negruzca pues predominan los terrígenos volcánicos y, en menor proporción, hay restos

de bioclastos constituidos principalmente por mallas de algas coralíneas (rodolitos) y moluscos marinos. Igualmente se aprecia una duna rampante adosada al acantilado de Playa de Enmedio, de aproximadamente 30m de altura (Fig. 9B). La zona acantilada de Guguy está también asociada a la cicatriz de un deslizamiento gravitacional gigante (Acosta et al., 2005; Carracedo et al., 2009).

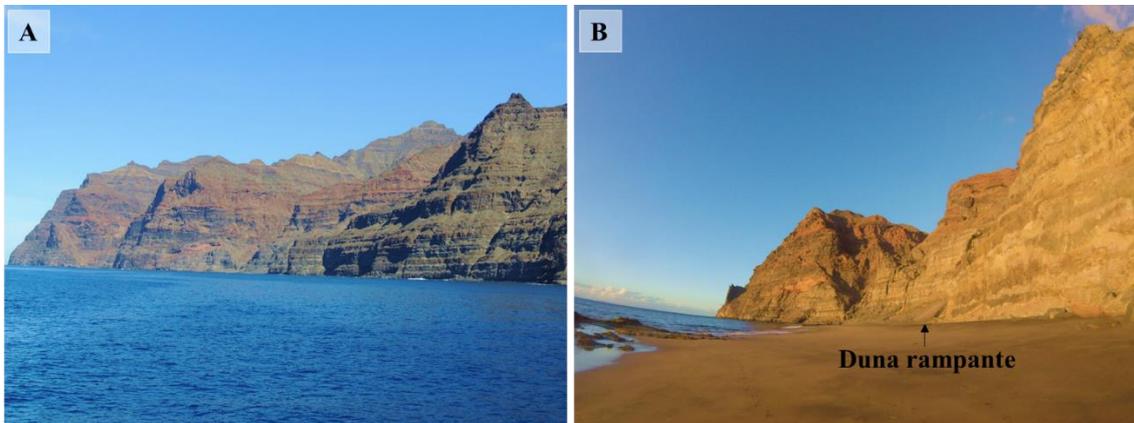


Figura 9. A) Acantilados de Guguy constituidos por los materiales miocenos del miembro inferior de la Formación basáltica en la base, del superior en el techo, y ambos en discordancia angular. En la cumbre del acantilado aparecen coladas ignimbríticas miocenas de composición traquíticas y riolíticas de la Formación traqui-riolítica. B) Playa de Enmedio de Guguy tiene una duna adosada al pie de acantilado en la zona supramareal. Esta duna reposa sobre coladas basálticas escoriáceas de tipo aa del miembro Medio de la Formación basáltica. Al fondo y en la parte inferior del acantilado se observa un nivel de piroclastos rojizos (almagre) que separa el miembro inferior del superior de la Formación basáltica.

4.4. LIG 4 El Descojonado

El LIG El Descojonado está enclavado en la costa oeste de La Aldea, 27°55'07''N 15°50'03''O, y presenta un área de 135.111m² (Fig. 10). Esta zona está caracterizada por un acantilado con apilamientos lávicos máficos del miembro Inferior de la Formación Basáltica miocena y entre las coladas aparece enterrado un cono estromboliano con chimenea de alimentación, el cual está constituido por tefra y piroclastos basálticos (lapillis, escorias y bombas) muy enrojecidos debido a la alteración marina y a la presencia de minerales secundarios de óxidos e hidróxidos de hierro como, por ejemplo, la goethita y hematite (Mangas, 2005). Todos estos materiales son reflejo de erupciones efusivas con carácter fisural que se desarrollaron durante el Mioceno medio entre 14,5 y 14,1 Ma (McDougall y Schmincke, 1976). También, cerca de El Descojonado, observamos numerosas intrusiones de diques básicos subverticales de dirección NE-SO, continuos o discontinuos con estructuras en escalón, que cortan a los apilamientos basálticos (Ballcels et al., 1990; Mangas, 2005).

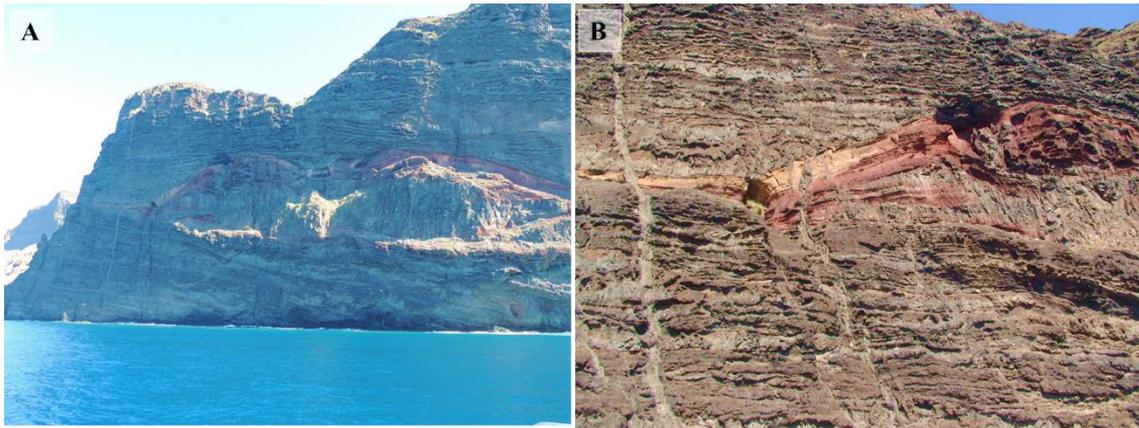


Figura 10. A) Cono estromboliano piroclástico en La Punta de El Descojonado de tonos rojizos y presencia de conducto de alimentación en su interior. B) Detalle de la parte norte del cono estromboliano, con tonos amarillentos y rojizos debido a la presencia de minerales secundarios de óxidos e hidróxidos de hierro. Predominan las lavas lisas y escoriáceas (lavas pahoehoe y “aa”, respectivamente) y el cono está enterrado por las erupciones basálticas posteriores de tipo pahoehoe. Se ven también varios diques basálticos verticales que cortan el apilamiento lávico y el cono piroclástico.

4.5. LIG 5 Playa de Tasarte

El LIG de Playa de Tasarte está situado en la costa suroeste de La Aldea, 27°52'14''N 15°48'20''O, y presenta un área de 261.262m². En el extremo norte de la playa se encuentra un corte geológico, aproximadamente de 250m de altura, representativo de la historia geológica miocena de la isla (Fig. 11). Así, en la base del acantilado existen apilamientos lávicos basálticos-olivínicos, olivínicos-piroxénicos, predominando las coladas tipo “aa” de dimensiones métricas y centimétricas, que se encuadran en la Formación Basáltica miocena y, particularmente, en su miembro Inferior (Balcells et al., 1990; Schmincke, 1990; Mangas, 2005). En la parte intermedia del acantilado aparece la ignimbrita P1, primera erupción explosiva asociada al colapso de la Caldera de Tejada datada en 14,1 Ma y lavas e ignimbritas traqui-riolíticas de la formación del mismo nombre relacionadas a las erupciones explosivas de esta caldera con edades entre 14,1 y 13,4 Ma. A techo, en la parte culminante del acantilado, hay lavas e ignimbritas traqui-fonolíticas relacionadas con magmatismo explosivo de la Formación Fonolítica de la isla (con edades entre 13,4 y 9,3 Ma). Estas erupciones félsicas explosivas corresponden a la fase declive alcalino de Gran Canaria que estuvo activo hasta los 7,3 Ma (Schirnack et al., 1999; Mangas, 2005). En las coladas basálticas de la base se puede apreciar minerales milimétricos de olivino y piroxeno (Fig. 12), así como escorias en el techo y muro de cada colada. Ocasionalmente



Figura 11. Acantilado al noroeste de la Playa de Tasarte donde se observa en el muro los apilamientos lávicos de la Formación Basáltica Inferior (G), en la parte intermedia el Composite Flow (P1) y a techo varias ignimbritas traquíco-riolíticas del Miembro Mogán Superior (MS).

hay niveles centimétricos de piroclastos de caída alterados que corresponden con almogres de tonos amarillo-naranja.

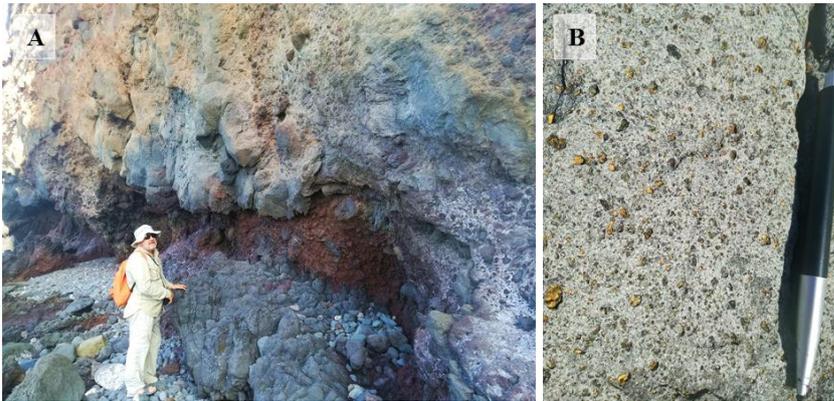


Figura 12. A) Lavas “aa” en la base del acantilado de la ladera norte de la playa de Tasarte. B) Lavas basálticas miocenas con cristales de olivino (forsterita), de color verde y alterados a veces con tonos rojizos (iddingsita), y clinopiroxeno (augita) de color negro.

En el extremo sur, se aprecia en la base del acantilado varias coladas piroclásticas traqui-riolíticas de colores gris-crema (Fig. 13A). En algunas de ellas, se observan cristales de anortoclasa, fragmentos líticos y matriz vítrea, y base obsidiánica. En estos apilamientos de ignimbritas se puede contemplar la parte basáltica de la ignimbrita P1 (Freundt y Schmincke 1995), vitrófidos rojizos y una capa de color anaranjado debido a la diferencia de temperatura de enfriamiento. También, en el acantilado se distinguen tanto capas de ignimbritas de ceniza y pómez, como bloques y ceniza (Fig. 13A y B).

Por otro lado, encontramos terrazas con depósitos aluviales antiguos levantados sobre el cauce de Tasarte y otros actuales dispuestos sobre el fondo del barranco. Estos aluviales están formados por sedimentos de tamaños de cantos, gravas, arenas y limos cuando son actuales y conglomerados cuando están ligeramente cementados, los cuales se disponen aterrazados a ambos lados del cauce actual del barranco. Asimismo, en el margen sur del cauce, en la zona de Los Coloradillos podemos observar restos de un cono de tefra y piroclastos basálticos, constituidos por la acumulación de cenizas, lapilli, escorias y bombas (Fig. 13C). Por último, en las erupciones traquítico riolíticas se pueden encontrar algunas fisuras rellenas de moganita formada a bajas temperaturas (Flörke et al., 1976; Jiménez Martínez y González Laguna, 2014).

La playa de Tasarte al norte y en la del Ámbar al sur, está constituida por una acumulación de gravas y cantos aluviales redondeados y que han sido retrabajados por la erosión marina actual (Figs. 11, 13A y D). Las playas tiene una cierta pendiente y se distingue una alineación de cantos en la berma de invierno que si localiza en las partes altas de la zona intermareal. Sin embargo, en la zona sumergida de la playa hay bancos discontinuos de arena (zona submareal) que a veces en época de verano forma parches arenosos en el intermareal. En el acantilado de la playa del Ámbar se observan numerosos flujos piroclásticos que han dado lugar a ignimbritas de cenizas y pomez, y de ceniza y bloques con distinto grado de soldadura de las formaciones traquiticoriolítico en la base y traquiticofonolítico en el techo. Algunas ignimbritas muestran bases obsidiánicas y zonas rojizas a techo por el calentamiento del flujo piroclástico superior.

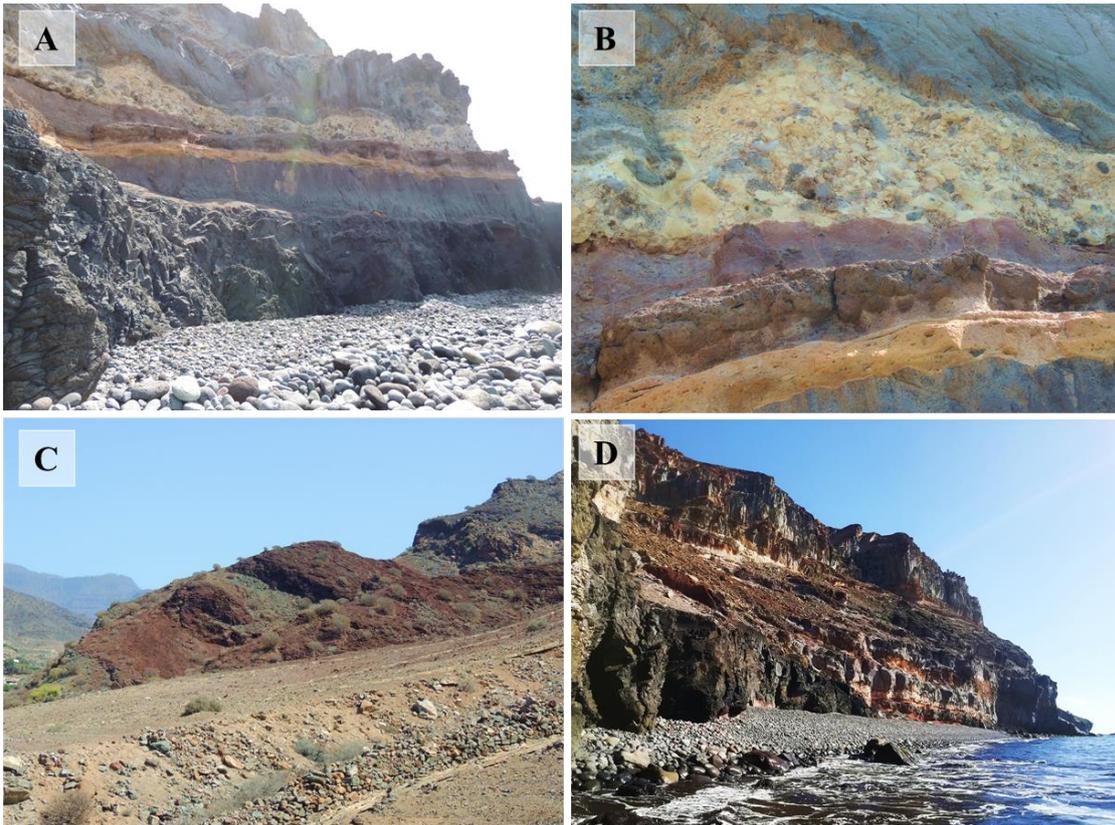


Figura 13. A) Acantilado zona sur de la playa de cantos de Tasarte, contigua a la playa de cantos del Ámbar, donde se observa la parte basáltica de la ignimbrita P1 e ignimbritas de ceniza y pómez y de bloques y ceniza. B) Apilamiento de distintas ignimbritas, donde se aprecia una ignimbrita de bloques y ceniza rojiza y encima una espectacular ignimbrita de bloques y cenizas de colores amarillentos. C) Cono estromboliano de tefra (escorias y lapilli) en la ladera sur del barranco y en la zona denominada los Coloradillos. D) Playa del Ámbar con ignimbritas traquítico-riolíticas mostrando distintas composiciones y alteraciones. En la base la ignimbrita P1 y la playa actual de cantos y bloques.

4.6. Valoración de los LIG costeros

El cálculo de los valores científico (V_C), didáctico (V_D) y turístico o recreativo (V_T) de cada uno de los LIG propuestos fue llevado a cabo a partir de las tablas de valoración recogidas en el documento metodológico de García-Cortés et al. (2018) versión 5. En cada LIG se han rellenado unas 16 fichas con la caracterización de elementos geológicos y otros datos que aparecen en el documento IELIG (situación; datos de geografía física y humana; rocas magmáticas, sedimentarias, metamórficas; minerales; fósiles; geoformas; estructuras geológicas; tectónica; recursos hídricos, mineros e industriales; arqueología, más anexos de cartografía topográfica y temática; fotografías del espacio y bibliografía nacional o internacional de la zona, entre otros datos). Algunas de estas fichas no se han rellenado como, por ejemplo, rocas metamórficas, paleontología, recursos mineros, etc., ya que en alguno de los LIG de la Aldea no existen estos elementos geológicos. Con esta información detallada para cada lugar preseleccionado y la valoración propuesta en la versión 5 del IELIG (García-Cortés et al, 2018) con la puntuación otorgada para cada LIG y peso ponderado correspondiente (Anexo I), se realizó los cálculos con una hoja Excel para obtener sus respectivos valores en cada uno de los tres usos posibles comentados. Los resultados para los LIG propuestos en la costa

de La Aldea se muestran en la Tabla 3. Los criterios de valoración según el documento son los siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Muy alto: } x &> 6,65 \\ \text{Alto: } 3,33 < x < 6,65 \\ \text{Intermedio: } 1,25 < x < 3,33 \end{aligned}$$

El interés científico es muy alto en todos los LIG propuestos, excepto en Playa de La Aldea donde es intermedio y El Descojonado es alto. El interés didáctico es alto en todos los LIG y el interés turístico o recreativo también es alto, excepto en El Descojonado que presenta un valor intermedio. Los LIG 3, 4 y 5, en conjunto aumentan el valor turístico-recreativo debido a que se podría hacer un paquete turístico que englobe la visualización del patrimonio geológico sobre una embarcación desde el mar (georruta marina como la descrita en Mangas, 2005).

Los lugares propuestos que tienen valores de interés mayores a 1,25 deben ser considerados como LIG (García-Cortés et al, 2018).

Tabla 3. Valores de interés científico (V_C), didáctico (V_D) y turístico o recreativo (V_T) calculados para los 5 LIG propuestos en la costa de La Aldea.

LIG	V_C	V_D	V_T
1 Andén Verde - Punta de La Aldea	6,75	3,88	6,25
2 Playa de La Aldea	2,25	3,63	3,50
3 Guguy	7,75	4,63	5,75
4 El Descojonado	6,00	3,75	3,13
5 Playa de Tasarte	7,50	4,63	4,13

4.7. Valoración de la susceptibilidad y riesgo de degradación

Una vez obtenidos los valores científico, didáctico y turístico o recreativo de cada LIG costero, hemos analizado hasta que punto es prioritaria su protección. Para ello, se ha estudiado la susceptibilidad de degradación por amenazas naturales o antrópicas.

En cuanto a la vulnerabilidad por amenazas naturales (S_{DN}), se ha tenido en cuenta el factor tamaño (E_F), las amenazas naturales (A_N) y la fragilidad (F) del LIG respecto a su litología y grado de meteorización. Y en la vulnerabilidad por amenazas antrópicas (S_{DA}), se consideró varios parámetros como el interés para la explotación minera o hídrica (M), la debilidad al expolio (Ex), proximidad a actividades antrópicas (Urb), accesibilidad (Ac), régimen de protección del lugar (áreas protegidas) (P), protección física o indirecta (P_F), titularidad del suelo y régimen de acceso (T_S), densidad de población (D_P) y cercanía a zonas recreativas (Z_R), tal y como aconseja la versión 5 del IELIG (García-Cortés et al, 2018) (Anexo II).

Dónde:

$$S_{DN} = E_F \times V_N = E_F \times F \times A_N$$

$$S_{DA} = E_F \times [25 \times (M + Ex) + 15 \times Urb + 10 \times Ac + 5 \times (P + P_F + T_S + D_P + Z_R)]$$

A partir de los resultados obtenidos de la vulnerabilidad por amenazas naturales y antrópicas en los LIG propuestos en La Aldea, se calcularon los valores de susceptibilidad de degradación (Tabla 4) de la siguiente forma:

$$\text{Susceptibilidad de degradación (S}_D\text{)} = \frac{1}{2} * (\text{S}_{DN} + \text{S}_{DA})$$

Los criterios de valoración para la susceptibilidad de degradación son los siguientes (García-Cortés et al, 2018):

Muy alto: $S_D > 3,5$

Alto: $1,5 < S_D < 3,5$

Medio: $0,75 < S_D < 1,5$

Bajo: $S_D < 0,75$

El LIG 2 es el más susceptible a degradarse por su proximidad a zonas poblacionales y recreativas, como el LIG 5 (valor alto), y sobre todo aumenta su valor por vulnerabilidad al expolio en el yacimiento paleontológico. El LIG 4 tiene un valor medio prácticamente por su situación geográfica, ya que es inaccesible por tierra y solo puede verse desde embarcación. Los LIG 1 y 3 presentan valores bajo de susceptibilidad de degradación.

Tabla 4. Valores de vulnerabilidad natural, vulnerabilidad antrópica y susceptibilidad de degradación calculados para los LIG costeros propuestos en este trabajo.

LIG	S _{DN}	S _{DA}	S _D
1 Andén Verde - Punta de La Aldea	0,13	1,06	0,59
2 Playa de La Aldea-Roque Colorado	0,38	12,0	6,09
3 Guguy	0,13	0,56	0,34
4 El Descojonado	0,75	1,88	1,31
5 Playa de Tasarte	0,38	3,19	1,78

Una vez evaluados el valor de la susceptibilidad de degradación, calculamos el riesgo de degradación por amenazas naturales y antrópicas y, en conjunto, teniendo en cuenta los valores científico, didáctico y turístico o recreativo (Tabla 5). Se considera el riesgo de degradación para cada caso el máximo valor obtenido según los valores científico, didáctico o turístico.

- Riesgo de degradación por amenazas naturales (R_{DN}) con valor científico (R_{DNC}), didáctico (R_{DND}) o turístico (R_{DNT}):

$$R_{DNC} = 1/10 * V_C * S_{DN} \mid R_{DND} = 1/10 * V_D * S_{DN} \mid R_{DNT} = 1/10 * V_T * S_{DN}$$

$$R_{DN} = \text{MAX} (R_{DNC}, R_{DND}, R_{DNT})$$

- Riesgo de degradación por amenazas antrópicas (R_{DA}) con valor científico (R_{DAC}), didáctico (R_{DAD}) o turístico (R_{DAT}):

$$R_{DAC} = 1/10 * V_C * S_{DA} \mid R_{DAD} = 1/10 * V_D * S_{DA} \mid R_{DAT} = 1/10 * V_T * S_{DA}$$

$$R_{DA} = \text{MAX} (R_{DAC}, R_{DAD}, R_{DAT})$$

- Riesgo de degradación global con valor científico (R_{DC}), didáctico (R_{DD}) o turístico (R_{DT}):

$$R_{DC} = 1/10 * V_C * S_D \mid R_{DD} = 1/10 * V_D * S_D \mid R_{DT} = 1/10 * V_T * S_D$$

$$R_D = \text{MAX} (R_{DC}, R_{DD}, R_{DT})$$

Tabla 5. Valores de riesgo de degradación natural (R_{DN}), antrópica (R_{DA}) y en global (R_D) obtenidos en los 5 LIG de La Aldea de San Nicolás.

LIG	R_{DN}	R_{DA}	R_D
1 Andén Verde - Punta de La Aldea	0,08	0,55	0,32
2 Playa de La Aldea-Roque Colorado	0,14	4,35	2,21
3 Guguy	0,10	0,43	0,26
4 El Descojonado	0,45	1,13	0,79
5 Playa de Tasarte	0,28	2,39	1,34

Por otra parte, la estimación de la prioridad de protección se hará en base al riesgo de degradación por amenazas antrópicas (R_{DA}) de acuerdo a los siguientes valores (García-Cortés et al, 2018):

Muy alto: $R_{DA} > 2,50$

Alto: $1,00 < R_{DA} < 2,50$

Medio: $0,50 < R_{DA} < 1,00$

Bajo: $R_{DA} < 0,50$

Así pues, los resultados obtenidos indican que los LIG Playa de La Aldea y Playa de Tasarte son los que presentan mayor riesgo de degradación por amenazas antrópicas y se deben tomar medidas de geoconservación urgentes a corto plazo. En el resto de los LIG costeros aldeanos las medidas son innecesarias por su bajo-medio riesgo de degradación antrópica, excepto para El Descojonado que tiene un riesgo de protección alto principalmente debido a que su situación geográfica que le hace más vulnerable.

5. Discusión

En la cartografía geológica de la Aldea de San Nicolás de Tolentino, a escala 1:25.000 (Balcells et al., 1990), se identificaron como puntos de interés geológico (PIG) de este municipio el sistema cónico de diques asociado a la caldera de Tejeda y la Mesa del Junquillo, en el interior del municipio. Balcells et al. (1992) publicaron el mapa geológico de Gran Canaria a escala 1:100.000, donde destacaron diez puntos de interés geológico en la isla y dos de ellos estarían en el término municipal (caldera de Tejeda e ignimbritas exocaldera miocenas). El grupo de patrimonio geológico del IGME en 2008 también proponían 2 LIG grancanarios de relevancia internacional (geosites): la Caldera de Tejeda y el estratovolcán Roque Nublo (García Cortés et al. 2008). En estos trabajos cartográficos y científicos no se consideraron los elementos geológicos que aparecen en la costa aldeana, lo cual puede ser debido a su difícil accesibilidad por tierra, pero en cambio por mar son ejemplos extraordinarios de geodiversidad. En este sentido, estudios de investigación sobre LIG costeros se han llevado a cabo en los municipios de Arucas y

Las Palmas de Gran Canaria (Déniz-González y Mangas, 2010 y 2012), con su inventario y puesta en valor. Recientemente, se ha llevado a cabo la propuesta de LIG litorales en el municipio de Agaete (Arencibia-Pérez y Mangas, 2019) y a lo largo de los trabajos desarrollados para este TFM, con los datos que se tenían en el primer cuatrimestre de 2019, se presentó una ponencia en las IX Jornadas de Geomorfología Litoral en Castelldefels (Barcelona) en septiembre de 2019 (García-Guerra et al., 2019). Estas investigaciones costeras y el presente trabajo usaron la metodología del IELIG, propuesta por el IGME, por lo que los resultados obtenidos pueden facilitar la tarea a los técnicos que están realizando el inventario de LIG en la isla de Gran Canaria (Vegas y Galindo, 2018). Según comunicación oral de las científicas de la Oficina del IGME en Canarias (LPGC) que están llevando a cabo actualmente el inventario de los LIG de la isla, se han seleccionado 203 lugares y en ellos están incluidos todos los LIG propuestos en la costa relacionados con trabajos de fin de grado y máster realizados en la facultad de Ciencias del Mar de la ULPGC en estos últimos años, citados anteriormente. Por nuestra parte, el estudio de elementos geológicos significativos realizado en la costa aldeana demuestra que los LIG propuestos tienen valores científicos, didácticos y turístico-recreativos a tener en cuenta y que los convierten en un patrimonio geológico significativo municipal e insular.

El promulgar el patrimonio geológico tiene como fin promover su conservación, considerando que la mayoría de los enclaves geológicos son recursos no renovables. Además, surge un mayor interés debido a la existencia de alguna transformación natural que permite observar la estructura interna de la geología insular, como es el caso de los LIG costeros aldeanos. A su vez, el estudio del patrimonio geológico guarda una estrecha relación con los espacios naturales protegidos, dado que forma parte del patrimonio natural. Asimismo, los elementos geológicos poseen un valor paisajístico y escénico que atrae a un gran número de visitantes a los espacios naturales.

En el municipio de La Aldea afloran sobre todo elementos geológicos de la formación miocena de la isla (fase de construcción en escudo, declive alcalino y fase erosiva). Estos materiales, morfologías y estructuras están espléndidamente expuestas en la costa acantilada originada por deslizamientos gravitacionales gigantes y retrabajada posteriormente por procesos geológicos externos asociados a las acciones del mar, las aguas superficiales y la gravedad. Por todo ello, el litoral de La Aldea puede ser considerado único y representativo para el estudio e interpretación del origen y evolución de los dominios geológicos miocenos de la isla de Gran Canaria.

Cuando se tengan definidos los LIG de Gran Canaria, se podría promover una solicitud de GEOPARQUE de la isla a la UNESCO, por parte del Cabildo de Gran Canaria. Esto se ha conseguido en las islas de El Hierro (2014, unos 60 LIG terrestres y marinos) y en Lanzarote e Islotes del Archipiélago Chinijo (82 geositos terrestres y marinos) en 2017 (Galindo et al. 2015; Galindo et al., 2019).

6. Futura puesta en valor de los LIG costeros

Todos los LIG costeros de este trabajo se encuentran dentro de espacios naturales protegidos, a excepción de una parte del LIG 2 Playa La Aldea-Roque Colorado, concretamente la playa de La Aldea de San Nicolás, la cual está englobada dentro de la reserva de la Biosfera, pero no se encuentra protegido como espacio en sí. Por tanto, la playa de La Aldea puede declararse en alguna figura de protección, por ejemplo, como Monumento Natural o paisaje protegido (áreas protegidas), en la modificación futura de la ley 12/1994 de Espacios Naturales protegidos de Canarias, con el objetivo principal de su geoconservación.

La futura puesta en valor de los LIG costeros definidos en La Aldea de San Nicolás se puede abordar con la elaboración de planes de manejo de visita, promocionando el patrimonio geológico, junto al natural y etnográfico, del municipio.

En cada uno de ellos se necesita establecer una gestión adecuada para su correcta divulgación con el respectivo desarrollo sostenible que atrae consigo. En cuanto a ello, es necesario colocar paneles descriptivos en cada uno de los puntos de observación del LIG explicando sus elementos geológico, natural y etnográfico, delimitar accesos, áreas de aparcamiento y recreativas (ejemplo Anexo III) en los LIG que así lo permitan, y preparar rutas interpretadas como oferta turística para los visitantes (ejemplo Anexo IV). Además, la interpretación de cada LIG costero definido puede estar recogido como promoción turística, junto con sus respectivos trípticos y videos explicativos, en el centro de visitantes de La Aldea situado en la playa principal del municipio. Asimismo, en este mismo centro, se podrá ofertar las georrutas, a pie, en bus o en embarcaciones de recreo, de cada LIG dando a conocer el patrimonio natural costero de La Aldea de San Nicolás.

Como gran atractivo para el turismo activo, se podría usar aplicaciones Smartphone con contenido geológico y adaptado a las rutas de senderismo para dar una mayor difusión y divulgación del este patrimonio geológico (Yepes et al., 2012).

7. Conclusiones

La investigación llevada a cabo en la franja litoral del municipio de La Aldea de San Nicolás, a partir de trabajos bibliográficos, cartografías, salidas de campo y barco, y siguiendo la metodología del IELIG de García-Cortés et al. (2018) ha permitido definir y caracterizar cinco LIG que son: Andén Verde-Punta La Aldea, Playa de La Aldea-Roque Colorado, Guguy, El Descojonado y Playa de Tasarte. Estos LIG representan principalmente la construcción miocena de Gran Canaria (formaciones basáltica, traquítica-riolítica y traquítica-fonolítica), cuyos materiales, morfologías y estructuras afloran en los acantilados de este municipio. Es ahí donde radica la excepcionalidad del patrimonio geológico que atesora a este municipio, un lugar de gran belleza paisajística.

Los valores científico, didáctico y recreativo-turístico son altos en la mayoría de los LIG costeros propuestos y en algunos de éstos, como son LIG Playa de La Aldea y Playa de Tasarte, se deben tomar medidas de geoconservación urgentes a corto o medio plazo.

Esta propuesta de LIG costeros en La Aldea de San Nicolás son un recurso geológico a tener en cuenta en la gestión del litoral grancanario con el objeto de divulgar, concienciar y valorar la riqueza natural del municipio y de la isla. Concluyendo, conviene acentuar que es la primera vez que se lleva a cabo un estudio de geodiversidad y patrimonio geológico en La Aldea de San Nicolás mediante la metodología del IELIG, semejante a la que se está utilizando en todo el territorio nacional. De este modo, será posible la comparación de las valoraciones entre cualquier LIG español y, en este caso, los LIG costeros aldeanos pueden ser utilizado para llevar a cabo un turismo sostenible cuya atracción principal sea el patrimonio geológico, elaborando planes de manejo de visita a los LIG y buscando obtener beneficios de los recursos naturales en el marco de un programa de desarrollo sostenible local.

8. Agradecimientos

A la facultad de Ciencias del Mar por darme la oportunidad de hacer este proyecto en el grupo de investigación “Geología Aplicada y Regional (GEOGAR)” y al panel de expertos formado por Rainero Brandon Fernández, Vicente Benítez Cabrera, Pilar M^a Pérez Suárez, Inés Galindo Jiménez, Leví Aday García Romero, Esther Martín González, Marco Antonio Moreno Benítez, Amelia Rodríguez, Inmaculada Menéndez González, José Mangas Viñuela, Nieves Sánchez Jiménez y Emma Pérez-Chacón Espino por su colaboración desinteresada. En cuanto al desarrollo del trabajo, deseo expresar mi agradecimiento a José Mangas Viñuela por compartir su conocimiento.

Referencias

1. Acosta, J., Uchupi, E., Muñoz A., Herranz, P., Palomo, C., Ballesteros M. y ZEE Working Group (2005). Geologic evolution of the Canarian Islands of Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria and La Gomera and comparison of landslides at these islands with those at Tenerife, La Palma and El Hierro. Editado por Kluwer Academic Publishers, Netherlands. *Marine Geophysical Researches*, 24 (1), 1-40.
2. Arencibia-Pérez L. y Mangas, J. (2019). Propuesta de lugares de interés geológico para la costa del municipio de Agaete (NO de Gran Canaria). Esther Martín-González, Juan J. Coello Bravo y Juana Vegas (eds.). Actas de la XIII Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico. *Cuadernos del Museo Geominero, n.º 30*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. 71-76.
3. Astigarraga, E. 2003. El método Delphi. Facultad de CC.EE. y Empresariales, Universidad de Deusto. 1-14.
4. Balcells, R., Barrera, J.L., Gómez, J.A. y Ruiz, M.T. (1990). Memoria y mapa geológico de España a escala 1:25.000. San Nicolás de Tolentino, 1-118.
5. Balcells, R., Barrera, J. L., Gómez, J.A., Merlos, A. y Ruiz, M.T. (1992). Mapa Geológico de España, escala 1:100.000, 21-21/21-22, Isla de Gran Canaria. 1-323.
6. Carracedo, J.C., Pérez Torrado, F.J., Paris, R. y Rodríguez Badiola, E. (2009). Megadeslizamientos de las islas canarias. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, AEPECT*, 44-56.
7. Cabrera Santana, M. C., Carracedo Gómez, J. C., Cruz Fuentes, T., Moreno Medina, C., Pérez Torrado, F. J., Rodríguez González, A., Suárez Moreno, F. y Falcón Sosa, I. (2018). Geolodía 18 Gran Canaria: En La Aldea comenzó a crecer la Isla. *Sociedad Geológica de España, Colección Geolodía*, 2603-8889 (versión digital).
8. Coello Bravo, J.J. y Coello Bravo, F.J. (1999). El Arco del Andén Verde, un gran deslizamiento gravitacional en la costa noroeste de Gran Canaria (Islas Canarias). *Geogaceta*, 25, 67-70.
9. Criado, C., Hansen A. y Martín A. (1998). Imbricación de procesos de vertiente, torrenciales y eólicos en el oeste de Gran Canaria: génesis de La Punta de las Arenas. En: Investigaciones recientes de la geomorfología española. Gómez y Salvador (editores). Barcelona, 357-366.
10. Déniz-González, I. y Mangas, J. (2010). Inventario y valoración de los Lugares de Interés Geológico en la costa de Arucas (N de la isla de Gran Canaria). *Cuadernos del Museo Geominero*, 75-89.
11. Déniz González, I. y Mangas, J. (2012). Lugares de interés geológico en la costa de Las Palmas de Gran Canaria (Islas Canarias): inventario y valoración. *Geotemas*, 13, 1253-1256.
12. Freundt, A. y Schmincke, H. U. (1995). Eruption and emplacement of a basaltic welded ignimbrite during caldera formation on Gran Canaria. *Bull Volcanol*, 56, 640-659.

13. Flörke, O.W., Jones, J.B., Schmincke, H.-U. (1976): A new microcrystalline silica from Gran Canaria. *Zeit. Krist.*, 143, 156-165.
14. Fuster, J.M., Hernández Pacheco, A., Muñoz, M., Rodríguez Badiola, E. y García Cacho, L. (1968). Geology and vulcanology of the Canary Islands, Gran Canaria, in: Instituto Lucas Mallada (CSIC) (Eds.). *International Symposium on Volcanology*, Tenerife, Sept. 1968, Special Publication, Madrid, 243.
15. Galindo, I., Romero, C., Sánchez, N., Vegas, J., Guillén, C. y Mateo, E. (2015). Sol, playa y mucha geología: Lanzarote y archipiélago Chinijo declarados Geoparque. *Tierra y Tecnología*, 46, 42-48.
16. Galindo, I., Vegas, J., Romero, C., Llorente, M., Martín-González, E., Rubio, J. C., Díaz, G. A., Mangas, J., Mateo, E. y Sánchez, N. (2019). Geoheritage Inventory of the Lanzarote and Chinijo Islands UNESCO Global Geopark. En: E. Mateo et al. (eds.), Lanzarote and Chinijo Islands Geopark: From Earth to Space, Geoheritage, Geoparks and Geotourism. *Springer, Nature Switzerland AG 2019*, 31-45.
17. García-Cortés, A., Águeda Villar, J., Palacio Suárez-Valgrande, J. y Salvador González, C.I. (2008). Frameworks geológicos españoles. Una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional. *Instituto Geológico y Minero de España, Madrid*, 235.
18. García-Cortés, Á., Carcavilla, L., Díaz-Martínez, E. y Vegas, J. (2018). Documento Metodológico para la Elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG, versión 5, actualización 19). *Instituto Geológico y Minero de España*, 61.
19. García-Guerra, R.B., Mangas, J. y Quevedo-González, L. (2019). Propuesta de Lugares de Interés Geológico (LIG) costeros en el municipio de La Aldea de San Nicolás, oeste de Gran Canaria, España. En: Durán R., Guillén J., Simarro G. (Eds), 2019. *X Jornadas de Geomorfología Litoral. Libro de ponencias. Castelldefels, 4-6 septiembre 2019*, 69-72.
20. Guillou, H., Pérez-Torrado F.J., Hansen-Machin A.R., Carracedo J.C. y Gimeno, D. (2004). The Plio-Quaternary volcanic evolution of Gran Canaria based on new K-Ar ages and magnetostratigraphy. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 135, 221-246.
21. Hernández-Acosta, C.N., Betancort-Lozano, J.F., Tames-Espinosa, M. y López-Jurado, L.F. (2016). LALDEA`84. Descripción gráfica y metodológica de la primera excavación de un yacimiento de vertebrados terrestres fósiles en las Islas Canarias. V *Simposio Internacional de Ciencias del Mar, Universidad de Alicante*, 161-162.
22. Henriques, M.H. y Brilha, J. (2017). UNESCO Global Geoparks: a strategy towards global understanding and sustainability. *Episodes*, 40 4, 349-354.
23. Jiménez Martínez, R. y González Laguna, R. (2014). Colección de minerales de las Comunidades y Ciudades Autónoma: Edición 4 “Canarias, Islas Baleares, Ceuta y Melilla”. *Museo Geominero, IGME*, 6-10.

24. Landeta, J., Matey, J., Ruiz Herrán, V. y Villarreal, O. (2002). Alimentación de modelos cuantitativos con información subjetiva: aplicación Delphi en la elaboración de un modelo del gasto turístico individual en Catalunya. *QUESTIÓ*. 26, 175-196.
25. Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias. BOE núm. 157.
26. Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. *BOE* núm. 299.
27. Ley 5/2007, de 3 de abril, de la Red de Parques Nacionales. BOE núm. 81.
28. Ley 45/2007, de 13 de diciembre, de Desarrollo Sostenible del Medio Rural. BOE núm. 299.
29. Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas. *BOE* núm. 129.
30. Mangas, J. (2005). Costa sudoeste: Puerto Rico-Güigüi. En: Tendencias Actuales en Geomorfología litoral. III Jornadas de Geomorfología Litoral. Ed. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 253-270.
31. McDougall, I. y Schmincke, H.U. (1976). Geochronology of Gran Canaria, Canary Islands: Age of shield building volcanism and other magmatic phases. *Bulletin of Volcanology*, 40, 1-21.
32. Pérez-Torrado, F., Carracedo, J.C. y Mangas, J., (1995). Geochronology and stratigraphy of the Roque Nublo Group, Gran Canaria, Canary Islands. *Journal of the Geological Society of London* 152, 807-818.
33. Rodríguez, A., Ramos, G., Bello, J., Ruano, J. y Mangas, J. (2012). Datos preliminares sobre las zeolitas asociadas a basaltos vacuolares miocenos de Montaña Blanca (Agaete, Gran Canaria). *Geotemas*, 13, 1092-1095.
34. Schmincke, H.U. (1976). The geology of the Canary Islands. EN: Kunkel, G. (Ed.): Biogeography and Ecology in the Canary Islands, 167-184.
35. Schmincke, H.U. (1990). Geological field guide, Gran Canaria. En: International Volcanological Congress, IAVCEI. Mainz, Germany, 2-209.
36. Schirnick, C., Bogaard, P. y van den Schmincke, H.U. (1999). Cone sheet formation and intrusive growth of an oceanic island. The Miocene Tejeda complex on Gran Canaria (Canary Islands). *Geology*, 27-3, 207-210.
37. Suárez Moreno, F. (2003). La orchilla y las dificultades de su recolección. El caso de la muerte de Marta Segura Carvajal (1835-1876). *Boletín Millares Carlo*, 22, 39-41.
38. Socorro, S. J. (2019). Aportaciones al mapa geológico de Guguy (Gran Canaria) y al conocimiento de su patrimonio. *Reunión internacional de la Comisión de Patrimonio Geológico, Sociedad Geológica de España*, 2-19.
39. Vegas, J. y Galindo, I. (2018). Informe sobre la revisión de los inventarios de patrimonio geológico existentes y su análisis como parte del conocimiento del patrimonio natural de la isla de Gran Canaria. *IGME*, 1-72.

40. Vera, J.A. (ed.) (2004): Geología de España. Capítulo 8. Canarias y el vulcanismo neógeno peninsular. Editado por el ITGE y la SGE. Madrid. 890.
41. Walker G.P.L. (1990). Geology and volcanology of Hawaii Islands. *Pacific Science* 44-4, 315-347.
42. Yepes, J., del Castillo-Olivares, B., Martín Betancor, M. y Rodríguez Peces, M. J. (2012). “Georruta Transgrancanaria”: una propuesta de documentación geológica adecuada a las necesidades del turismo rural (Islas Canarias). *Geo-Temas*, 13, 200-203..

Cartografía

Se usó el software ARGIS map para hacer los mapas, obteniendo las capas del visor IDECanarias de GRAFCAN o Herramienta de Pilotaje del Litoral Canario (HPL).

Anexo I. Parámetros para el cálculo del valor científico (V_C), didáctico (V_D) y turístico-recreativo (V_T) recogidos en el documento metodológico de García-Cortés et al. (2018) versión 5.

VALORACIÓN				
Representatividad (R)	Puntos	V_C	V_D	V_T
Poco útil como modelo para representar, aunque sea parcialmente, un rasgo o proceso	0	X 30	x 5	x 0
Útil como modelo para representar parcialmente un rasgo o proceso	1	X 30	x 5	x 0
Útil como modelo para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso	2	x 30	x 5	x 0
Mejor ejemplo conocido, a nivel del dominio geológico considerado, para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso	4	x 30	x 5	x 0
Carácter de localidad tipo (T)				
No cumple, por defecto, con estas tres siguientes premisas	0	x 10	x 5	x 0
Localidad de referencia regional	1	x 10	x 5	x 0
Localidad de referencia (metalogénica, petrológica, mineralógica, tectónica, estratigráfica etc.) utilizada internacionalmente, o localidad tipo de fósiles, o biozonas de amplio uso científico	2	x 10	x 5	x 0
Estratotipo aceptado por la IUGS o localidad tipo de la IMA	4	x 10	x 5	x 0
Grado de conocimiento científico del lugar (K)				
No existen trabajos publicados ni tesis doctorales sobre el lugar	0	x 15	x 0	x 0
Existen trabajos publicados y/o tesis doctorales sobre el lugar	1	x 15	x 0	x 0
Investigado por varios equipos científicos y objeto de tesis doctorales y trabajos publicados referenciados en revistas científicas nacionales	2	x 15	x 0	x 0
Investigado por varios equipos científicos y objeto tesis doctorales y trabajos publicados referenciados en revistas científicas internacionales	4	x 15	x 0	x 0
Estado de conservación (C)				
Fuertemente degradado: el lugar está prácticamente destruido	0	x 10	x 5	x 0
Degradado: el lugar presenta deterioros importantes	0	x 10	x 5	x 0
Alterado: con deterioros que impiden apreciar algunas características de interés	1	x 10	x 5	x 0
Favorable con alteraciones: algunos deterioros que no afectan de manera determinante al valor o interés del LIG	2	X10	x 5	x 0
Favorable: el LIG en cuestión se encuentra bien conservado, prácticamente íntegro	4	x 10	x 5	x 0
Condiciones de observación (O)				
Con elementos que enmascaran fuertemente las características de interés	0	x 10	x 5	x 5
Con elementos que enmascaran el LIG y que impiden apreciar algunas características de interés	1	x 10	x 5	x 5
Con algún elemento que no impiden observar el LIG en su integridad.	2	X 10	x 5	x 5
Perfectamente observable prácticamente en su integridad con facilidad	4	x 10	x 5	x 5
Rareza (A)				
Existen bastantes lugares similares en la región	0	x 15	x 5	x 0
Uno de los escasos ejemplos conocidos a nivel regional	1	x 15	x 5	x 0
Único ejemplo conocido a nivel regional	2	x 15	x 5	x 0
Único ejemplo conocido a nivel nacional (o internacional)	4	x 15	x 5	x 0
Diversidad (D)				
El LIG sólo presenta el tipo de interés principal	0	x 10	x 10	x 0
El LIG presenta otro tipo de interés, además del principal, no relevante	1	x 10	x 10	x 0
El LIG presenta 2 tipos de interés, además del principal, o uno sólo pero relevante	2	x 10	x 10	x 0
El LIG presenta 3 o más tipos de interés, además del principal, o sólo dos más pero ambos relevantes	4	x 10	x 10	x 0
Contenido didáctico (C_{DD})				
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0	x 0	x 20	x 0

Ilustra contenidos curriculares universitarios	1	x 0	x 20	x 0
Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo	2	x 0	x 20	x 0
Está siendo utilizado habitualmente en actividades didácticas de cualquier nivel del sistema educativo	4	x 0	x 20	x 0
Infraestructura logística (I_L)				
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0	x 0	x 15	x 5
Alojamiento y restaurante para grupos de hasta 20 personas a menos de 25 km	1	x 0	x 15	x 5
Alojamiento y restaurante para grupos de 40 personas a menos de 25 km	2	x 0	x 15	x 5
Alojamiento y restaurante para grupos de 40 personas a menos de 5 km	4	x 0	x 15	x 5
Densidad de población (demanda potencial inmediata) (D_P)				
Menos de 200.000 habitantes en un radio de 50 km	1	x 0	x 5	x 5
Entre 200.000 y 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km	2	x 0	x 5	x 5
Más de 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km	4	x 0	x 5	x 5
Accesibilidad (A_C)				
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas (carretera asfaltada sin posibilidad de aparcar, senda o camino, pista TT, barco, etc.)	0	x 0	x 10	x 10
Acceso directo por pista sin asfaltar pero transitable por turismos	1	x 0	x 10	x 10
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para turismos	2	x 0	x 10	x 10
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para autocar	4	x 0	x 10	x 10
Tamaño del LIG (E)				
Rasgos métricos (vulnerables por las visitas, como espeleotemas, etc.)	0	x 0	x 5	x 15
Rasgos decamétricos (no vulnerables por las visitas pero sensibles a actividades antrópicas más agresivas)	1	x 0	x 5	x 15
Rasgos hectométricos (podrían sufrir cierto deterioro por actividades humanas)	2	x 0	x 5	x 15
Rasgos kilométricos (difícilmente deteriorables por actividades humanas)	4	x 0	x 5	x 15
Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural (NH)				
No existen elementos del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km	0	x 0	x 5	x 5
Presencia de un único elemento del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km	1	x 0	x 5	x 5
Presencia de varios elementos del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km	2	x 0	x 5	x 5
Presencia de varios elementos tanto del patrimonio natural como del cultural en un radio de 5 km	4	x 0	x 5	x 5
Espectacularidad o belleza (B)				
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0	x 0	x 5	x 20
1) Amplitud de relieve alta o bien 2) cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo) o bien 3) variedad cromática notable. También fósiles y/o minerales vistosos	1	x 0	x 5	x 20
Coincidencia de dos de las tres primeras características. También fósiles o minerales espectaculares	2	x 0	x 5	x 20
Coincidencia de las tres primeras características	4	x 0	x 5	x 20
Contenido divulgativo (C_{DV})				
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0	x 0	x 0	x 15
Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cierto nivel cultural	1	x 0	x 0	x 15
Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cualquier nivel cultural sobre la importancia o utilidad de la Geología	2	x 0	x 0	x 15
Está siendo utilizado habitualmente para actividades divulgativas	4	x 0	x 0	x 15
Potencialidad para realizar actividades turísticas y recreativas (P_{TR})				
Sin posibilidades turísticas ni de realizar actividades recreativas	0	x 0	x 0	x 5
Posibilidades turísticas o bien posibilidad de realizar actividades recreativas	1	x 0	x 0	x 5
Posibilidades turísticas y posibilidad de realizar actividades recreativas	2	x 0	x 0	x 5
Existen actividades organizadas	4	x 0	x 0	x 5
Proximidad a zonas recreativas (demanda potencial inmediata) (Z_R)				
Lugar situado a más de 5 km de áreas recreativas (campings, playas, etc.)	0	x 0	x 0	x 5
Lugar situado a menos de 5 km y más de 2 km de áreas recreativas	1	x 0	x 0	x 5
Lugar situado a menos de 2 km y más de 500 m de un área recreativa	2	x 0	x 0	x 5

Lugar situado a menos de 500 m de un área recreativa	4	x 0	x 0	x 5
Entorno socioeconómico (ES)				
Comarca con índices de renta per capita, educación y ocupación superiores a la media regional	0	x 0	x 0	x 10
Comarca con índices de renta per capita, educación y ocupación similares a la media regional pero inferiores a la media nacional	1	x 0	x 0	x 10
Comarca con índices de renta per capita, educación y ocupación inferiores a la media regional	2	x 0	x 0	x 10
Lugar situado en comarca con declive socioeconómico	4	x 0	x 0	x 10
SUMA		Σ_C	Σ_D	Σ_T
VALOR (sobre 10)		$V_C = \frac{\Sigma_C}{40}$	$V_D = \frac{\Sigma_D}{40}$	$V_T = \frac{\Sigma_T}{40}$

Anexo II. Parámetros para la valoración de la susceptibilidad de degradación recogidos en el documento metodológico de García-Cortés et al. (2018) versión 5.

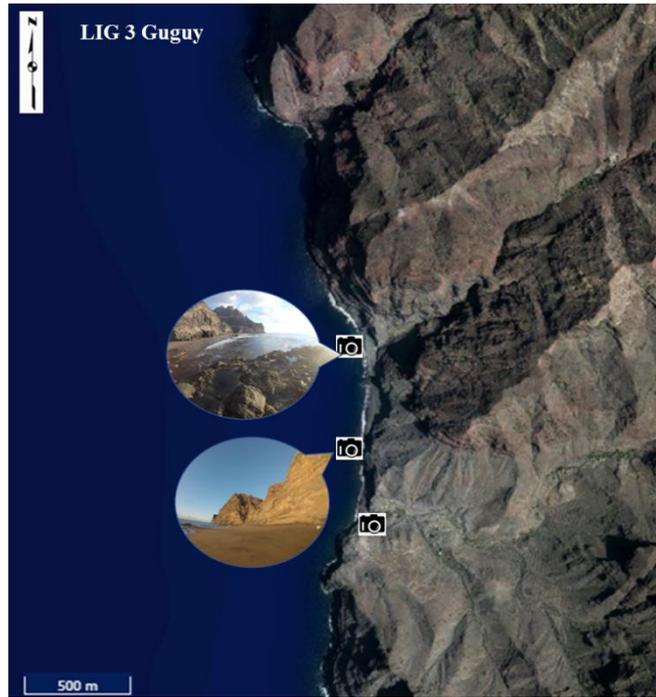
VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR AMENAZAS NATURALES (S_{DN})	
Factor tamaño (una sola opción) E_F	Valor
Rasgos métricos (vulnerables por la mera visita, espeleotemas, etc.)	0,025
Rasgos decamétricos (no vulnerables por las visitas, pero sensibles a actividades antrópicas más agresivas, como secciones estratigráficas, etc.)	0,015
Rasgos hectométricos (podrían sufrir cierto deterioro por actividades humanas)	0,0075
Rasgos kilométricos (difícilmente deteriorables por actividades humanas)	0,0025
Amenazas naturales (una sola opción) A_N	Valor
Lugar no significativamente afectado por procesos naturales (geológicos, biológicos y/o meteorológicos)	1
Lugar afectado por procesos naturales (geológicos, biológicos y/o meteorológicos) de escasa relevancia	5
Lugar afectado por procesos naturales (geológicos, biológicos y/o meteorológicos) de relevancia moderada	10
Lugar afectado por procesos naturales (geológicos, biológicos y/o meteorológicos) de gran intensidad	20
Fragilidad (una sola opción) F	Valor
Litologías muy resistentes (cuarcitas o similares) y con escasa fracturación	1
Litologías resistentes o muy resistentes, pero con elevada fracturación	5
Litologías blandas consolidadas y con escasa fracturación o resistentes muy fracturadas	10
Litologías no consolidadas, o consolidadas pero blandas y muy fracturadas	20
Susceptibilidad de degradación por causas naturales $S_{DN} = E_F \times V_N$	$E_F \times F \times A_N$

VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR AMENAZAS ANTRÓPICAS (S_{DA})		
Interés para la explotación minera o hídrica (M)	Puntos	Peso
Sustancia sin interés o de escaso interés y sin explotaciones en la zona	0	X 25
Sustancia de escaso o moderado interés y de la que ya hay explotaciones alternativas	1	X 25
Sustancia de gran interés y de la que ya hay explotaciones alternativas	2	X 25
Sustancia de gran interés y de la que no hay explotaciones alternativas[1]	4	X 25
Vulnerabilidad al expolio (Ex)	Puntos	Peso
No hay yacimiento paleontológico ni mineralógico o son de difícil expolio	0	X 25
Yacimiento paleontológico o mineralógico de escaso valor y fácil expolio	1	X 25
Yacimiento paleontológico o mineralógico de gran valor, con numerosos ejemplares y fácil expolio	2	X 25
Yacimiento paleontológico o mineralógico, con escasos ejemplares y fácil expolio	4	X 25
Proximidad a actividades antrópicas (infraestructuras) (Urb)	Puntos	Peso

Lugar no amenazado	0	X 15
Lugar situado a menos de 100 m de una carretera principal, de 1 km de una actividad industrial, minera, a menos de 2 km de suelo urbano en ciudades de menos de 100.000 habitantes o a menos de 5 km en poblaciones mayores	1	X 15
Lugar colindante con una actividad industrial o minera, con suelo urbano no urbanizado o situado a menos de 25 m de una carretera principal.	2	X 15
Lugar situado en una explotación minera, en suelo urbano o en el borde de una carretera principal	4	X 15
Accesibilidad (agresión potencial) (Ac)	Puntos	Peso
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas (p.e. carretera asfaltada sin posibilidad de aparcar, senda o camino, pista TT, tren turístico, barco, etc.)	0	X 10
Acceso directo por pista sin asfaltar pero transitable por turismos	1	X 10
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para turismos	2	X 10
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para autocar	4	X 10
Régimen de protección del lugar (P)	Puntos	Peso
Lugar situado en parques nacionales o naturales, reservas naturales u otra figura con plan de ordenación y guardería	1	X 5
Lugar con figura de protección pero no sujeta a plan de ordenación y sin guardería También bienes de interés cultural en razón a su contenido paleontológico / arqueológico	2	X 5
Lugar situado en suelo rural preservado de su transformación mediante la urbanización, por la ordenación territorial y urbanística, o lugar carente de figura alguna de protección	4	X 5
Protección física o indirecta (PF)	Puntos	Peso
Lugar no fácilmente accesible	0	X 5
Lugar situado en zonas de acceso prohibido y protegidas con vallas difícilmente franqueables.	1	X 5
Lugar situado en zonas de acceso prohibido pero sin vallar o con vallas fácilmente franqueables	2	X 5
Lugar carente de todo tipo de protección física o indirecta	4	X 5
Titularidad del suelo y régimen de acceso (TS)	Puntos	Peso
Lugar situado en áreas de acceso restringido y propiedad pública	1	X 5
Lugar situado en áreas de acceso restringido y propiedad privada	2	X 5
Lugar situado en áreas de acceso libre (propiedad pública o privada)	4	X 5
Densidad de población (agresión potencial) (DP)	Puntos	Peso
Menos de 100.000 habitantes en un radio de 50 km	0	X 5
Más de 100.000 pero menos de 200.000 habitantes en un radio de 50 km	1	X 5
Entre 200.000 y 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km	2	X 5
Más de 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km	4	X 5
Proximidad a zonas recreativas (agresión potencial) (ZR)	Puntos	Peso
Lugar situado a más de 5 km de áreas recreativas (campings, playas, etc.)	0	X 5
Lugar situado a menos de 5 km y más de 2 km de áreas recreativas	1	X 5
Lugar situado a menos de 2 km y más de 500 m de un área recreativa	2	X 5
Lugar situado a menos de 500 m de un área recreativa	4	X 5
S_{DA}		100
$S_{DA} = E_F \times [25 \times (M + E_x) + 15 \times Urb + 10 \times Ac + 5 \times (P + P_F + T_S + D_P + Z_R)]$		

Anexo III. Vista área de los puntos de observación-fotografía, accesos, zonas de aparcamientos y áreas recreativas en cada LIG costero.





* La línea roja representa el recorrido de la georruta interpretada desde embarcación.

Anexo IV. Georutas preliminares en los LIG costeros propuestos en este trabajo.

Georuta Playa de Tasarte



Esta georuta permite conocer el corte geológico, de unos 250m, representativo de la historia geológica miocena de la isla, donde se observa apilamientos lávicos de la Formación Basáltica de la fase de construcción en escudo en la base, en la parte intermedia aparece el P1 y, a techo, lavas e ignimbritas traquítico-riolíticas de la fase declive alcalino.



Asimismo, en el extremo sur, se aprecia una capa lávica de riolita con alto contenido de sílice 70-75%, apreciándose en algunas fisuras geodas ágatas y mogonitas (SiO₂). Esta georuta te permitirá descubrir una de las playas de mayor calma de la isla.

Duración: 1-2 horas Distancia: 2 km Dificultad: baja

Inscripciones e información
Las georutas o rutas geológicas de la costa aldeana son actividades que pretenden dar a conocer el importante patrimonio geológico costero que atesora al municipio. El plazo de inscripción comenzará 15 días antes de cada georuta y se podrá realizar mediante:

- ✓ Internet a través de los formularios disponibles en www.turismolaaldea.com
- ✓ Presencialmente, en el centro de visitantes de La Aldea de San Nicolás - Teléfono 928891111

Número máximo de participantes: 20 (en georutas terrestres) y 10 (en georutas marinas). La organización se reserva el derecho de modificar o cancelar las actividades por cuestiones meteorológicas.

Georutas de La Aldea

Visitas guiadas por la costa con interpretación geológica



Un viaje a los comienzos de Gran Canaria



Georuta Punta La Aldea - Andén Verde



Esta ruta discurre por la antigua carretera de La Aldea, desde el km 27 hasta 22 de la GC-200, uno de las mayores cicatrices asociada a un deslizamiento gravitacional gigante. Por el recorrido podrán observar los acantilados miocenos de la Formación Basáltica con edades entre 14,5-14,1Ma y a la altura del km 22 la capa P1 o composite flow, unos de los testigos más importantes del declive alcalino de la isla de Gran Canaria.

Existe la posibilidad de hacer la ruta circular de El Puerto a la espalda de la cola de dragón, con unas impresionantes vistas panorámicas del arco del Andén Verde.

Duración: 2 horas Distancia: 6 km Dificultad: media-baja

Georuta Playa de La Aldea - Roque Colorado



En esta georuta podremos apreciar apilamientos de la formación basáltica inferior miocena de la etapa en escudo insular, con estructuras de liesegand y algunos diques de potencias métricas. En este LIG se encuentra un lagoon costero (El Charco), la cual está ligada a la mayor fiesta tradicional del pueblo aldeano, declarada en 2005 como Bien de Interés Cultural.



Desde algunos puntos de la playa podremos ver el Roque Colorado, uno de los testigos de erosión costera más llamativos del litoral de La Aldea y de la isla de Gran Canaria.

Duración: 1-2 horas Distancia: 2 km Dificultad: baja

Georuta Guguy - El Descojonado



La georuta comienza en el LIG playa de Tasarte y durante el recorrido de la misma podremos disfrutar de un paseo marítimo ante acantilados miocenos de varios de cientos de metros de altura que representan el mejor afloramiento de la fase de construcción en escudo de la isla.



Guguy, comúnmente conocido como el paraíso de Gran Canaria, presenta una playa virgen de 1km de longitud con arena negra y una duna rampante adosada al acantilado de la playa de Enmedio. Este majestuoso lugar está asociado a la cicatriz de un deslizamiento gravitacional gigante.



En el acantilado de El Descojonado, se podrá apreciar un cono estromboliano con chimenea de alimentación enterrado por lavas, el cual está constituido por teña y piroclastos basálticos muy enrojecidos debido a la alteración marina.



Duración: 3-4 horas Distancia: 10 km Dificultad: interpretación desde embarcación

Itinerario del LIG 1

El itinerario comienza con el acceso al municipio de La Aldea de San Nicolás. Para llegar a los puntos de observación tenemos que coger la carretera GC-2 y desviarnos en la salida hacia la carretera GC-200. Una vez en la carretera GC-200 (Parque Natural de Tamadaba), entre el km 25 y 24 encontramos el primer punto de observación, mirador El Balcón, en el km 22 el segundo punto donde nos encontramos con la capa P1 junto a la carretera y el tercer punto al final del recorrido, el Andén Verde. En cada uno de los puntos de observación nos encontramos paneles descriptivos con su interpretación geológica, biológica y etnográfica para las perspectivas norte y sur.

Itinerario del LIG 2

El itinerario comienza con el acceso al municipio de La Aldea de San Nicolás y a la zona de la playa y El Charco. Los puntos de observación de los elementos geológicos son encontrados en distintos puntos del LIG. Así, al norte se pueden observar una playa de arena y cantos; al lado plataformas litorales a lo largo de los acantilados con restos erosivos, bloques caídos, socavones, cuevas, etc.; diversos tipos de coladas basálticas y traquibasálticas, y una de ellas de tipo pahoehoe con estructuras de almohadones y anillos de liesegan; fenocristales primarios en las lavas y minerales secundarios de alteración, etc.), en el centro (playa de cantos y bloques muy redondeados y de mucha pendiente, el lagoon costero de El Charco, los conglomerados aluviales del barranco, el beachrock de la Caletilla, entre otros) y al sur (acantilado con apilamientos de basaltos plagioclásicos de lavas pahoehoe y el flujo con formas almohadilladas, y en la zona intermareal socavones y cuevas, etc.). En el lomo norte del LIG en la Tablada del Perchel está la antigua cantera de áridos de construcción con coladas basálticas masivas y algún dique atravesando los apilamientos, y hay una vista panorámica de la Playa de La Aldea y del Roque Colorado al fondo).

También, podemos realizar la ruta circular de El Puerto y visitar los puntos de observaciones (también del LIG 1) colocados estratégicamente con el mismo fin. Iremos descubriendo la escondida playa de El Puerto, los apilamientos lávicos aa con escorias en techo y muro, la plataforma litoral con socavones y bloques caídos por gravedad del acantilado, diques lávicos, anillos de liesegang, minerales del grupo de las zeolitas y arcillas, etc.



Imagen tomada de www.senderoslaaldea.com y modificada por García-Guerra, 2019.

Itinerario del LIG 5

El itinerario comienza con el acceso al municipio de La Aldea de San Nicolás. Para llegar a los puntos de observación tenemos que coger la carretera GC-200 y

desviarnos en la salida hacia la carretera GC-205 (Parque Rural El Nublo) entre el km 43 y 44 siguiendo el recorrido hasta el final, donde se llega a la playa de Tasarte. Una vez allí, encontramos carteles explicativos en la zona norte del LIG, al lado del restaurante (corte geológico de más de 200 metros de potencia representativo de la historia geológica miocena de la isla y paseo por la zona acantilada intermareal para observar detalles vulcanológicos, petrológicos, mineralógicos y geomorfológicos), en el barranco en medio de la playa (depósitos de terrazas aluviales cuaternarias y actuales, coluviones en las ladera, el cono estromboliano mioceno y la playa actual de cantos y arena, entre otros elementos geológicos) y al sur (acantilado con distintos tipos de ignimbritas traquítico-riolíticas de cenizas y bloques, la ignimbrita P1 (pero su parte basáltica), la playa de cantos y bloques del Ámbar, entre otros elementos geológicos).

