

**Grado en Geografía y Ordenación del Territorio (2018-2019)**

Aplicación práctica de la Gestión del  
Patrimonio Geológico: Monitorización de la  
Caldera de Los Cuervos y su entorno  
(Lanzarote).

**Trabajo realizado por:** Diego Díaz de León

**Dirigido por:** Juan Israel García Cruz



# Índice

<b>RESUMEN</b> .....	2
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	4
<b>2.1 Antecedentes</b> .....	4
<b>2.2 Conceptos</b> .....	6
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	7
<b>3.1 Delimitación territorial</b> .....	7
<b>3.2 Delimitación temporal</b> .....	8
<b>3.3 Concreción del problema</b> .....	8
<b>4. PREGUNTAS, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b> .....	9
<b>4.1 Preguntas de la investigación</b> .....	9
<b>4.2 Hipótesis y objetivos</b> .....	10
<b>5. METODOLOGÍA Y FUENTES</b> .....	11
<b>5.1 Fuentes.</b> .....	11
<b>5.2 Metodología.</b> .....	11
<b>6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN</b> .....	13
<b>6.1Fotointerpretación</b> .....	13
<b>6.2 Trabajo de campo</b> .....	20
<b>7. PLAN DE RESTAURACIÓN</b> .....	24
<b>7.1 Control de la expansión de Calcosas y derribo de aplilamientos de rocas.</b> .....	25
<b>7.1.1 Zonas de intervención</b> .....	25
<b>7.1.2 Grupos de actuación</b> .....	26
<b>7.1.3 Periodo de ejecución</b> .....	27
<b>7.1.4 Desarrollo de la intervención</b> .....	27
<b>7.2 Adecuación del sendero y eliminación de senderos inhabilitados</b> .....	27
<b>7.3 Retirada de residuos y mejora de papeleras.</b> .....	28
<b>7.4 Reestructuración de la señalética</b> .....	30
<b>7.5 Presupuesto del Plan de Restauración</b> .....	31
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	32
<b>REFERENCIAS</b> .....	34

## RESUMEN

El presente estudio pretende realizar una monitorización de un Lugar de Interés Geológico (en adelante LIG), concretamente el cono de piroclastos de la Caldera de Los Cuervos y su entorno.

La monitorización se basa en observaciones sistemáticas de ciertos aspectos relacionados con un determinado problema, con el fin de implantar mejoras en el área de estudio.

En este monitoreo se pretende, a través de un Plan de Restauración, desarrollar estrategias de Geoconservación mediante el análisis del área de estudio a lo largo de un periodo de tiempo determinado.

Estas labores de monitorización de los LIG se consideran necesarias, pues con ellas podremos determinar si estos espacios continúan siendo afectados por algún proceso, o por el contrario, si han mejorado. Por lo tanto, se deberán realizar una observación y análisis periódicas que permitan llevar un control de estos lugares.

**Palabras clave:** LIG, Geoconservación, Geoparque, Plan de restauración

## ABSTRAC

This study aims to monitor the Geological interest Site (hereinafter LIG), specifically the piroclastic cone of the Caldera de Los Cuervos and its surroundings.

The monitoring is based on the systematic observations of the aspects related to the problem, in order to improve the study area.

In this monitoring, it is intended, through a Restoration Plan, to develop Geoconservation strategies by analyzing the study area over a period of time.

These tasks of monitoring the LIG have become a place, since with them we can also determine if these spaces continue to be affected by some process, or on the contrary, if they have improved. Therefore, periodic observation and analysis tasks will be carried out in a control of these places.

**Key words:** LIG, Geoconservation, Geopark, Restoration Plan

## **1. INTRODUCCIÓN**

La isla de Lanzarote y el Archipiélago Chinijo se encuentran en la parte oriental de las Islas Canarias, perteneciendo todas al mismo Dominio Geológico. Se trata de islas volcánicas oceánicas donde se puede apreciar la interacción, a lo largo de 15 Millones de años, entre los procesos volcánicos, erosivos y sedimentarios, tanto en el ambiente continental como marino, debido tanto a la situación geográfica como climática. Por ello, este territorio cuenta con un Patrimonio Geológico singular, lo que ha hecho que Lanzarote y el Archipiélago Chinijo recibiera, en 2015, el título de Geoparque Mundial de la UNESCO.

Uno de los objetivos principales de este Geoparque es poner en valor, divulgar y proteger el patrimonio geológico. Por lo que, se ha realizado un inventario del patrimonio geológico para Lanzarote y el Archipiélago Chinijo en el que se han recogido, hasta el momento, un total de 82 LIG que podemos dividir en tres grupos, superficiales, submarinos y mixtos, entendiendo por estos últimos a aquellos que una parte se encuentra bajo el agua y otra en la superficie. Todos estos LIG se han ido recogiendo desde el año 2014 en el inventario del patrimonio geológico para Lanzarote y el Archipiélago Chinijo, teniendo este su última ampliación en el año 2017.

La intención de este inventario es estudiar el patrimonio geológico de Lanzarote y el Archipiélago Chinijo para poder promover la geoconservación y además contribuir al desarrollo de las islas mediante el geoturismo.

Teniendo en cuenta la información de dicho inventario, se ha podido comprobar que existen nueve LIG superficiales cuya susceptibilidad de degradación es alta, entre los que se encuentra Los Conos de Timanfaya.

Los Conos de Timanfaya hacen referencia a los edificios volcánicos originados durante la primera y última fase de las históricas erupciones de Timanfaya. Por un lado, la Caldera de Los Cuervos que se generó el 1 de Septiembre de 1730, coincidiendo con el inicio de las erupciones históricas de Timanfaya que duraron 6 años (Carracedo et al., 1990. Romero, 1991) y, por otro lado, La Caldera Colorada, que corresponde al último edificio de dichas erupciones, en 1736. En este caso, la mayor degradación del espacio se encuentra en Caldera de Los Cuervos, pues el continuo flujo de visitantes ha hecho que se creen nuevas vías de acceso que favorecen la erosión. Sin embargo, a pesar de haberse

llevado a cabo medidas de protección, se considera necesario realizar periódicamente un seguimiento con el fin de verificar la conservación este LIG.

El principal problema de nuestro patrimonio geológico es la degradación, una vez que se ha dañado la geología difícilmente podrá volver a su estado original. Teniendo en cuenta que Lanzarote recibe una media de 3.000.000 de turistas al año según fuentes del ISTAC (Instituto Canario de Estadística), es necesario aplicar medidas de conservación para todos aquellos espacios que están siendo degradados con la afluencia de visitas.

Por ello, este trabajo pretende, a través de un Plan de Restauración, desarrollar tareas de seguimiento y evaluación para llevar a cabo la monitorización de la Caldera de Los Cuervos, con la finalidad de poder establecer unas medidas de geoconservación que permitan mantener el lugar en el mejor estado posible, sin la necesidad de llevar a cabo la restricción de visitas.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

Un geoparque es una figura reconocida por la UNESCO, la cual engloba un territorio que consta de un patrimonio geológico único y excepcional, siendo este patrimonio utilizado, en consonancia con otros aspectos naturales y culturales, para el desarrollo de la población local, dándole mayor valor y fortaleciendo la identificación de las áreas reconocidas como geoparques. Esto permitirá la diversificación de la oferta turística enfocada a un turismo de calidad y sostenible (geoturismo), además, se podrá unificar iniciativas económicas con una misma marca. También, se potenciarán las actividades didácticas y la divulgación de estos espacios.

Todo esto requiere un firme compromiso que garantice la conservación y protección del patrimonio geológico del área. Pese a ello, en el Geoparque de Lanzarote y el Archipiélago Chinijo aún no se ha comenzado a trabajar en la monitorización de estos espacios, como parte fundamental de dicho compromiso. Por el contrario, en otros Geoparques si se han realizado algunos trabajos de monitoreo.

Uno de los ejemplos es el Geoparque de Azores, donde han realizado un monitoreo del impacto de los visitantes en BPonta da Ferraria e Pico das Camarinhas, Isla de Sao Miguel (Lima, Nunes, Brilha, 2016). En este caso, se realizó un conteo de visitantes durante 77 días, donde pudieron observar el aumento de visitantes y la consiguiente presión sobre

los elementos geológicos. Por ello, tuvieron que aplicar medidas de protección (una cerca parcial en un cono volcánico) que impidieran la degradación de este lugar.

En el Geoparque de Arouca en Portugal también se han realizado labores de monitorización. En este caso, han elaborado unas fichas para hacer seguimientos de los LIG. Estas fichas serán tomadas como ejemplo para hacer el análisis de nuestra área de estudio.

Otro de los trabajos a tener en cuenta en el desarrollo de este monitoreo es el inventario de LIG, realizado dentro del Convenio Específico de Colaboración CIL-IGME para la realización de estudios científicos-técnicos sobre el aprovechamiento de los recursos volcánicos de Lanzarote por un equipo multidisciplinar en el que participó personal del IGME (Instituto Geológico y Minero de España) y de la Universidad de La Laguna. Como se ha mencionado anteriormente, este inventario recoge todos los LIG que existen dentro del Geoparque, entre los que se encuentra nuestra área de estudio, siendo uno de los conos volcánicos de mayor singularidad paisajística de la isla. Con este trabajo, se pueden entender las características y los procesos que han originado este cono.

También, se ha recurrido a un trabajo titulado “Patrimonio geológico y geoparques, avances de un camino para todos”, realizado en el año 2015 por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Aquí se recogen los trabajos presentados en la XI Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España, un total de 90. Este trabajo presenta una relación directa con el proyecto planteado, dado que en él se exponen ideas relacionadas con la gestión y conservación del patrimonio geológico, desarrollo del geoturismo, actividades económicas en la zona de estudio y divulgación de los senderos.

Por último, el Plan de Restauración de Caldera de Los Cuervos, llevado a cabo en el año 2015, será clave para el desarrollo de este trabajo. El proyecto, que fue gestionado por el Cabildo de Lanzarote, se dividía en cinco acciones. La primera se concentraba en el desmantelamiento manual de los caminos creados en la ladera del Cono volcánico, dejando un único acceso. La segunda intervención tenía por objeto recolocar los materiales volcánicos intentando recuperar su aspecto natural. La tercera se basó en la zona rocosa que había sido afectada por la acción descontrolada, volviendo a dar refugio a las aves y herpetofauna (reptiles). La cuarta intervención eliminó los daños originados

por la extracción ilegal de alivino. Por último, la quinta acción trató de reconstruir la antigua zona extractiva de rofe, devolviéndole al lugar sus formas originales.

## **2.2 Conceptos**

Actualmente gran parte de la sociedad desconoce la importancia del patrimonio geológico y la necesidad de protegerlo y gestionarlo correctamente, por ello, debemos entenderlo no solo como parte del territorio, sino como “el 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” (art. 3, Ley 42/2007).

Dentro de este patrimonio geológico, se puede dar preferencia a algunos lugares en función de su rareza, singularidad, escasez o representatividad dentro de la geología en una zona determinada, además de otros criterios de valoración. A estos espacios se les denomina como LIG, que a su vez, son diferenciados según su interés científico, el uso que puedan tener y el riesgo de degradación que presenten. Esto permitirá, una mejor gestión que garantice la conservación y la utilización de estos lugares.

Una de las disciplinas emergentes dentro de las ciencias de la tierra es la geoconservación, dirigida a la gestión y conservación de los LIG. Siendo entendida como “la conservación del patrimonio geológico. Existen numerosas maneras de afrontar la preservación del patrimonio geológico, por lo que se suele hablar de geoconservación para referirse al conjunto de técnicas y medidas (estrategias, programas y acciones) encaminadas a asegurar la conservación del patrimonio geológico. Se basa en el conocimiento del valor de los lugares a conservar, sus características intrínsecas, su fragilidad, los procesos genéticos que intervinieron en su formación, así como evaluar las amenazas presentes o potenciales de degradación y su posible evolución en el futuro” Carcavilla et al., (2014,p.12).

Dentro de la geoconservación, una de las medidas que se adoptan con el fin de realizar una buena gestión y conservación de nuestro patrimonio geológico es la evaluación sistemática y periódica de varios elementos del territorio, para poder percibir la evolución y poder contribuir a una mejora del espacio. Esta evaluación se define como monitorización, acción que llevaremos a cabo a lo largo de este trabajo.



Las estrategias de geoconservación las podemos englobar dentro de un Plan de Restauración Ambiental, tratándose de un proceso consistente en reducir, mitigar e incluso revertir en algunos casos, los daños producidos en el medio físico para volver en la medida de lo posible a la estructura, funciones, diversidad y dinámica del ecosistema original. Para ello deben restituirse las condiciones originales y corregirse los de impactos medioambientales ocasionados por la actuación llevada a cabo en el entorno (Instituto Superior del Medio Ambiente, 2019).

En los últimos años ha aparecido un nuevo término relacionado con el turismo. Nos referimos a un turismo sostenible que centra su objetivo en el patrimonio geológico, la geodiversidad y la biodiversidad de un territorio determinado, además contribuye con el desarrollo económico de la población local, a este tipo de turismo se conoce como geoturismo.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1 Delimitación territorial

El área de estudio se encuentra dentro de los límites municipales de Tinajo, en la Isla de Lanzarote, situado en el centro-Sur de la Isla.

*Figura 1. Mapa de localización del área de estudio*



*Fuente: Grafcan. Elaboración propia.*

En concreto, el estudio abarca la totalidad del sendero que parte desde la LZ-56 hasta el cono volcánico de Caldera del Cuervo y su entorno más cercano. Debemos tener en cuenta que la existencia de coladas de lava hace inaccesible el tránsito más allá de dicho sendero. El cráter de La Caldera de Los Cuervos también se encuentra dentro del área de estudio, puesto que el sendero mencionado anteriormente llega hasta el interior de este cráter.

### **3.2 Delimitación temporal**

Durante dos meses se realizarán salidas de campo donde se estudiará el estado actual del área de estudio y cuáles son las principales amenazas a las que se enfrenta. Los días elegidos para las visitas al lugar serán alternados durante la semana, de la misma manera, los horarios irán variando para estudiar el lugar a diferentes horas. Todas las visitas irán recogidas en un fichero final que se añadirá a este trabajo.

El periodo elegido será durante Mayo y Junio, teniendo en cuenta que este trabajo no pretende llevar un control de los visitantes que tiene La Caldera de Los Cuervos. Se ha optado por elegir esos dos meses sin tener en cuenta la afluencia turística en el lugar de estudio, puesto que en Lanzarote no existe temporada turística, por lo que, durante todo el año se mantiene la constante turística. No obstante, se tomará nota de las personas que haya en cada salida de campo.

### **3.3 Concreción del problema**

El elevado valor paisajístico, la importancia histórica de este lugar y la existencia de materiales líticos de interés científico, económico y turístico han hecho de la Caldera de Los Cuervos un lugar con una afluencia de visitantes bastante notable.

Sin embargo, el mal uso de un territorio puede ocasionar problemas irremediables, existiendo determinados espacios en los que se deben aplicar medidas para proteger y conservar la integridad de ese territorio.

La Caldera de Los Cuervos es un lugar con una alta fragilidad, esto no quiere decir que la medida indispensable sea restringir los usos en este espacio, pero sí llegar a un consenso que permita el uso y disfrute de este.

En este caso, en el área de estudio ya se ha llevado a cabo, en años anteriores, un Plan de Restauración. En el año 2014, se rehabilitó el cono de la Caldera de los Cuervos, puesto que los visitantes se salían del sendero y rompían la dinámica de la ladera, además creaban

un impacto visual. También, como medida de protección, se instaló una cuerda que bordea la mayor parte de este cono volcánico.

A pesar de estas intervenciones en el espacio, La Caldera de Los Cuervos se sigue viendo afectada por prácticas inadecuadas de los visitantes. La creación de apilamiento de piedras (comúnmente llamadas tonguitas) es una moda que se ha extendido por el territorio y ha afectado también a nuestra área de estudio, así como, el movimiento de rocas para proteger algunas plantas. Estos son algunos de los problemas a los que se enfrenta La Caldera de Los Cuervos.

## **4. PREGUNTAS, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

### **4.1 Preguntas de la investigación**

A medida que se ha ido avanzando en las investigaciones sobre el lugar de estudio han surgido una serie de cuestiones que se pretenden resolver con el desarrollo de este proyecto.

Lanzarote y el Archipiélago Chinijo, como ya hemos mencionado anteriormente, fue galardonada en 2015 con el título de Geoparque Mundial de la UNESCO, entre otras razones, por contar con un patrimonio geológico único y excepcional. Parte de este patrimonio se originó a raíz de las históricas erupciones de Timanfaya (1730-1736), que cubrieron una cuarta parte de la isla. El lugar de estudio forma parte de esas erupciones, siendo una de las más importantes. Por esta razón, teniendo en cuenta el cambio que estas erupciones ocasionaron en la población de Lanzarote y la importancia geológica y patrimonial que alberga, ¿en qué estado de conservación se encuentra?

El estado en el que se encuentre nos dará a entender si se están realizando acciones inadecuadas que afecten gravemente a la integridad de este lugar. En este sentido, considerando el estado de conservación, ¿se están realizando usos incompatibles que estén llevando a su degradación?

El mal uso de un territorio se puede convertir en amenazas potenciales, tales como destrucción de hábitats, contaminaciones, degradación de los ecosistemas, presencia de especies invasoras, etc. Por este motivo, se origina la tercera pregunta: en caso de existir degradación, ¿qué aspectos pueden estar dando lugar a esta situación?

Llegados a este punto, se plantea una última pregunta que determinará la respuesta de todas las anteriores. Teniendo en cuenta el estado actual, los usos incompatibles y las acciones que originan la degradación, ¿se está realizando una correcta gestión del área estudiada desde las instituciones competentes?

#### **4.2 Hipótesis y objetivos**

La hipótesis de partida es que La Caldera de Los Cuervos está desprovista de un conjunto de acciones y medidas (estrategias, programas y acciones) orientadas a la conservación del patrimonio geológico, del paisaje y del entorno en general.

Por lo tanto, la falta de acciones y medidas que garanticen la conservación está dando lugar a que se cometan usos inadecuados, ocasionando un aumento de la degradación. En consecuencia de estos usos, el territorio se está viendo afectado por problemas como la creación de senderos adicionales, expansión de especies invasoras, destrucción de hábitat debido al apilamiento de rocas, etc.

El origen de lo mencionado anteriormente lo podemos encontrar en la mala gestión que se ha venido haciendo en La Caldera de Los Cuervos, puesto que si se hubiese llevado a cabo una gestión adecuada y correcta no deberían existir los problemas con los que hoy nos encontramos.

El objetivo principal del presente trabajo se fijará en conocer el estado actual de conservación y los usos incompatibles que se están llevando a cabo. Además, se identificarán los problemas actuales que estén contribuyendo con la degradación del territorio.

Una vez que se haya definido el objetivo principal, nos centraremos en desarrollar un Plan de Restauración mediante una estrategia de geoconservación, analizando los efectos que esto ocasionará, así como, los cambios en el modelo de gestión. Esto permitirá aplicar una serie de medidas sobre el territorio que conlleven a un mejor uso y una mejor conservación. Para ello, será necesario:

- A) Analizar los cambios del área de estudio durante los últimos años.
- B) Estudiar métodos de geoconservación implantados en otros territorios similares.
- C) Valorar el impacto de las nuevas medidas de protección que se quieren añadir al espacio.

## **5. METODOLOGÍA Y FUENTES**

### **5.1 Fuentes.**

En primer lugar, se ha llevado a cabo una recopilación bibliográfica para la concreción del marco teórico (antecedentes y conceptos), lo que ha permitido conocer los orígenes, la evolución y la importancia histórica. Del mismo modo se han recogido algunos ejemplos metodológicos a partir de casos similares.

También se ha hecho uso de las Ortofotos disponibles en la Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias (IDE Canarias) a una escala equivalente 1:6.000 con imágenes de 20cm/pixel, no obstante, su fotointerpretación se realizará a 1:2.000, lo cual permitirá hacer un análisis más preciso del estado actual del territorio dentro de lo que nos permite la resolución de la imagen. Sin embargo, para poder contrastar estas imágenes con la de años anterior se ha tenido que hacer uso de ortografías de menor resolución, limitando la capacidad de observación.

Para la elaboración de mapas, a través de un Software SIG, ha sido necesario la descarga del mapa topográfico en formato DGN versión 7 y la Ortofoto (OrtoExpress) en formato ECW, ambas a una escala de 1:5.000.

### **5.2 Metodología.**

La metodología empleada para la elaboración del presente trabajo combina el trabajo de campo y oficina.

En primer lugar, el trabajo de oficina se centró en delimitar el área de estudio con el apoyo de mapas de la zona, y en revisar la documentación y la bibliografía obtenida, contrastando la importancia histórica y geológica.

En segundo lugar, se hizo un ejercicio de fotointerpretación. Para ello, se ha hecho uso del servicio WMS disponible en la IDE Canarias, el cual ha sido conectado a un Software GIS, ArcGis 10.2.2. Para este ejercicio debemos tener en cuenta el tamaño de los objetos a identificar, la forma que presentan, el tono y el color. Esta técnica ha tenido limitaciones, puesto que el tamaño de los objetos no eran, en ocasiones, lo suficientemente visibles como para realizar la fotointerpretación. Por ello, el ejercicio se ha centrado únicamente en identificar aperturas adicionales al sendero principal y en la proliferación de especies invasoras como la Calcosa o Vinagrera (*Rumex lunaria*), una planta endémica de las Canarias Occidentales, que fue introducida en Lanzarote como planta forrajera, la cual

está, actualmente, considerada como una planta nativa trasladada que se comporta como invasora. En este caso, se ha recurrido al archivo histórico de mapas de la IDE Canarias, lo que ha permitido hacer una comparación de fotografías desde el año 2012 hasta el 2018. El objetivo final de este ejercicio es identificar, mediante mapas, las zonas de afección por procesos naturales o antrópicos con el fin de mejorarlas.

En tercer lugar, las salidas de campo han sido elementales para verificar la información obtenida a través de la fotointerpretación y para identificar las amenazas que no se habían podido localizar durante esta. En total se han hecho nueve salidas de campo, en las que se ha estudiado el estado actual del espacio, los comportamientos de los visitantes que se hallaban en el momento de las salidas y, además, se ha hecho un archivo fotográfico de los problemas y amenazas identificados. Para estas salidas de campo se ha elaborado una ficha de seguimiento donde se recoge la localización, el valor del LIG, la susceptibilidad de degradación, prioridad de protección, su relevancia, el interés del LIG, los usos que se le pueden dar o que ya se le están dando, tipo de transporte para llegar, estado general (señalización, propaganda, mesas interpretativas), limpieza, amenazas, etc. Cabe destacar que parte de la información recogida en la ficha (valor, susceptibilidad de degradación y prioridad de protección) se ha extraído del inventario de LIG mencionado anteriormente. Esto permitirá observar *in situ* el estado de conservación y principales problemas que tiene el área de estudio.

En cuarto lugar, volviendo al trabajo de oficina, se ha procedido a realizar, a partir de la información recabada, un Plan de Restauración, que pretende solventar los problemas identificados a lo largo de este trabajo, a través de una estrategia de geoconservación.

Por último, se ha vuelto a utilizar el software ArcGis 10.2.2 para la elaboración de la cartografía, usando como base la cartografía de GRAFCAN mencionada en el apartado anterior. Esto ha sido necesario para incorporar mapas a la investigación. Dichos mapas se han realizado a través de capas cartográficas para indicar las zonas que se desean señalar en cada mapa, tanto para la delimitación del área de estudio como para señalar las zonas de afección por proliferación de Calcosa, como para crear mapas a partir de líneas que indiquen los senderos señalados y aquellas ramificaciones que se han originado de manera inadecuada. Para realizar las capas de información en software GIS ha sido necesario una capa vectorial, la cual nos ha permitido el uso de una geometría de puntos, líneas y polígonos.

## **6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

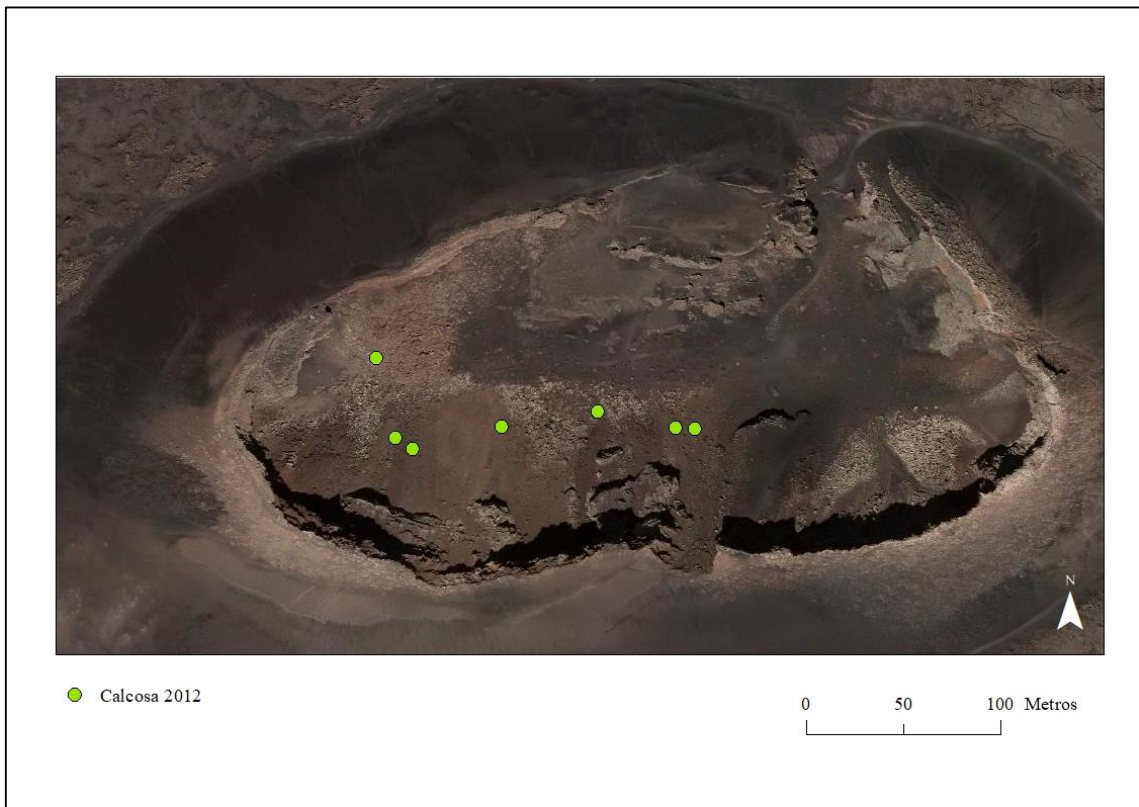
### **6.1 Fotointerpretación**

La primera parte de la fotointerpretación se ha basado en observar la evolución que ha tenido la Calcosa (*Rumex lunaria*) en el área de estudio desde el año 2012 hasta el año 2018, sin embargo, solo se ha podido llevar un análisis de dicha evolución dentro del cráter volcánico, debido a que la similitud del color de las coladas y de esta especie dificultaba la fotointerpretación en las cercanías al cráter, optando por cumplimentar este ejercicio con las salidas de campo, con el único inconveniente de poder observar solo la población de Vinagrera actual y no la evolución que ha tenido en el mismo periodo analizado en el interior del cráter.

No obstante, se ha podido contrastar una de las hipótesis planteadas puesto que se ha comprobado que la Calcosa está ocupando un sector del cono volcánico.

Por lo tanto, una vez realizada la observación de las Ortofotos de años anteriores, se puede afirmar que la proliferación de Vinagrera dentro del cráter de La Caldera de Los Cuervos aumenta a partir del año 2012.

*Figura 2. Ortoimagen del área de estudio (2012).*

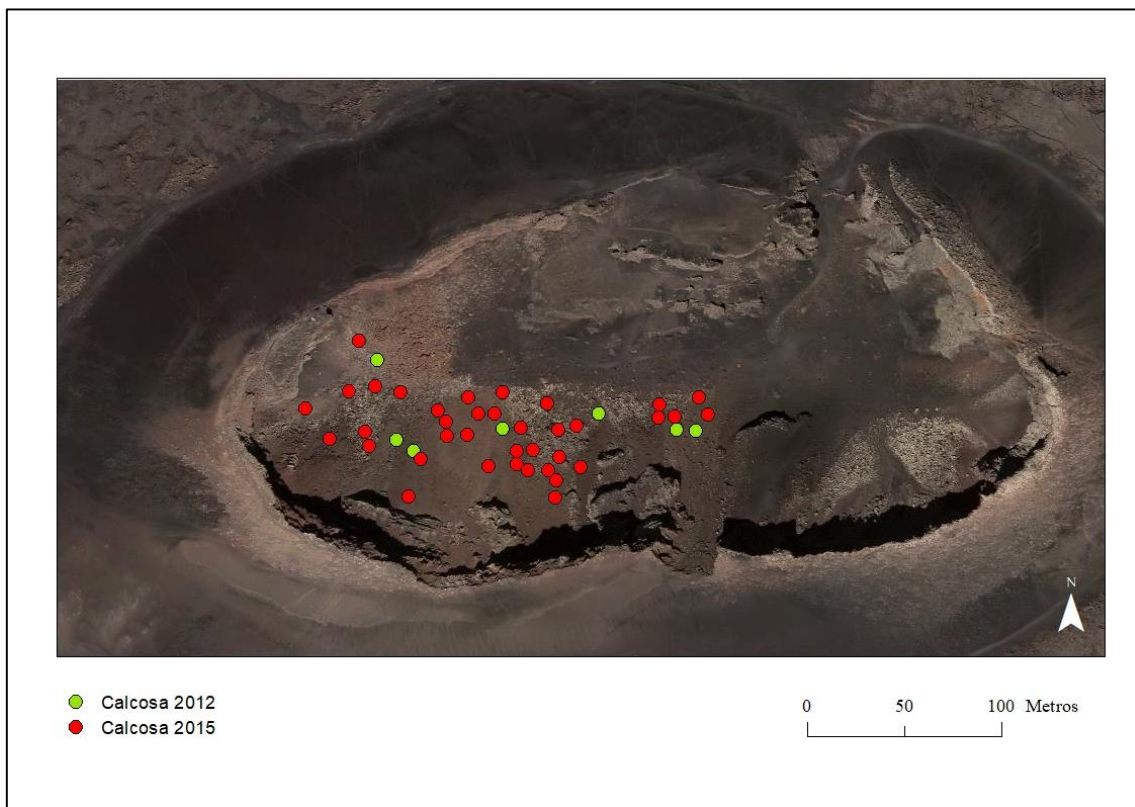


*Fuente: Ortoexpress (Grafcan 2012). Elaboración propia.*

La figura 2, correspondiente al año 2012, muestra el cráter con un reducido número de Calcosas dispersas por el interior del cráter. Sin embargo, en zonas cercanas a nuestra área de estudio ya se venían haciendo campañas para controlar la invasión de una planta con una alta regeneración como es la Calcosa. A pesar de ello, la proximidad de La Caldera de Los Cuervos a áreas afectadas por esta especie, hizo que la dispersión de semillas llegara hasta la zona estudiada, observándose en 2015 una población mayor respecto a la de 2012.



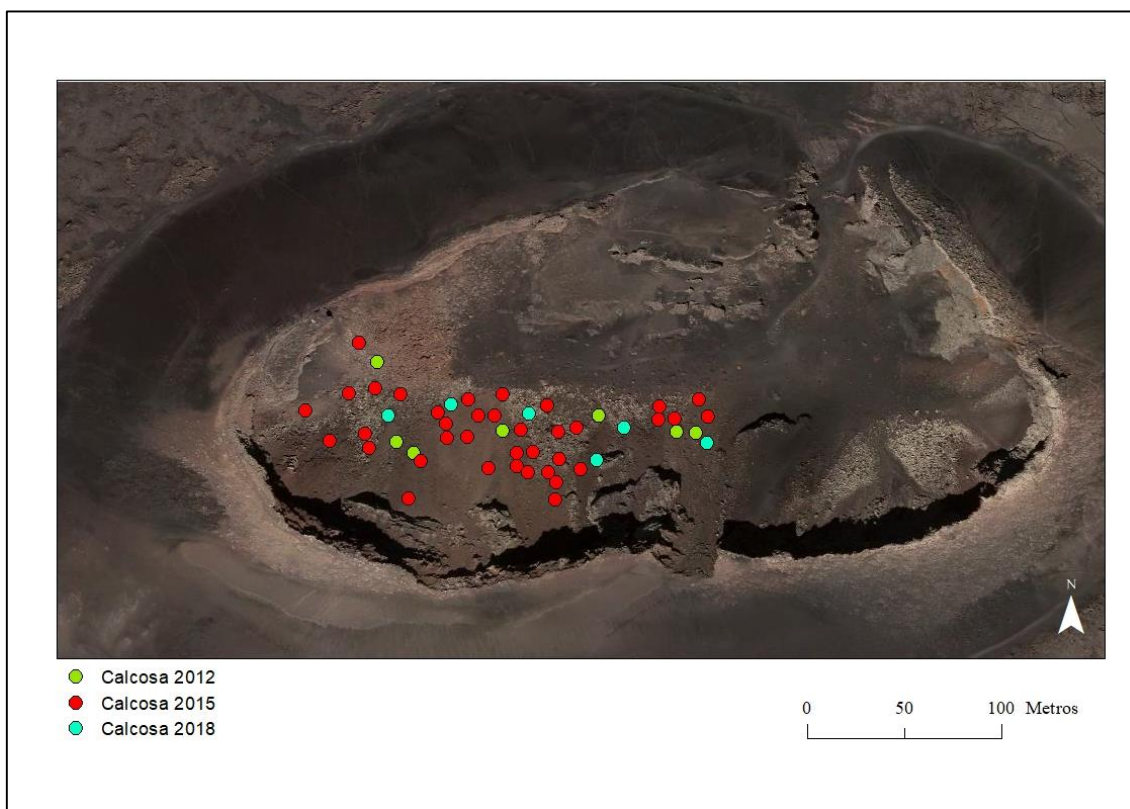
*Figura 3. Ortoimagen del área de estudio (2015).*



*Fuente: Ortoexpress (Grafcán 2015). Elaboración propia.*

En la figura 3 del año 2015 se puede observar como la Calcosa se propaga por el interior del cono volcánico, colonizando gran parte de la zona estudiada. Entre otras razones, la inexistencia de una vegetación natural previa, que actuara como medida de prevención, ha facilitado la proliferación de las semillas en esta zona, permitiendo así que se haya consolidado una población adulta que seguirá generando semillas y colonizando este territorio si no se llevan a cabo medidas de control.

*Figura 4. Ortoimagen del área de estudio (2018).*



*Fuente: Ortoexpress (Grafcán 2018). Elaboración propia.*

Sin embargo, en la tercera figura del año 2018 no se aprecia un gran aumento del número de ejemplares respecto al año 2015, lo que nos da a entender que la población de Calcosa no ha aumentado considerablemente pero tampoco presenta indicios de que se esté reduciendo el número de ejemplares.

Por lo tanto, tras los resultados obtenidos en este ejercicio, como se ha dicho anteriormente, se puede afirmar que la Calcosa se ha expandido por el área de estudio a partir del año 2012, pero no ha tenido una evolución notable en los últimos cuatro años, por lo que la Calcosa no está siendo un problema grave de destrucción paisajística puesto que a pesar de esa pequeña población en el interior del cráter se sigue manteniendo el paisaje yermo y lunar que caracteriza este entorno. A pesar de ello, se deberían tomar medidas de erradicación y un control de la evolución en los siguientes años, con el fin de evitar una propagación mayor por el territorio, como los trabajos que se están llevando a cabo en el Parque Nacional de Timanfaya, donde la Universidad de La Laguna está realizando un estudio para tratar de erradicar esta especie.

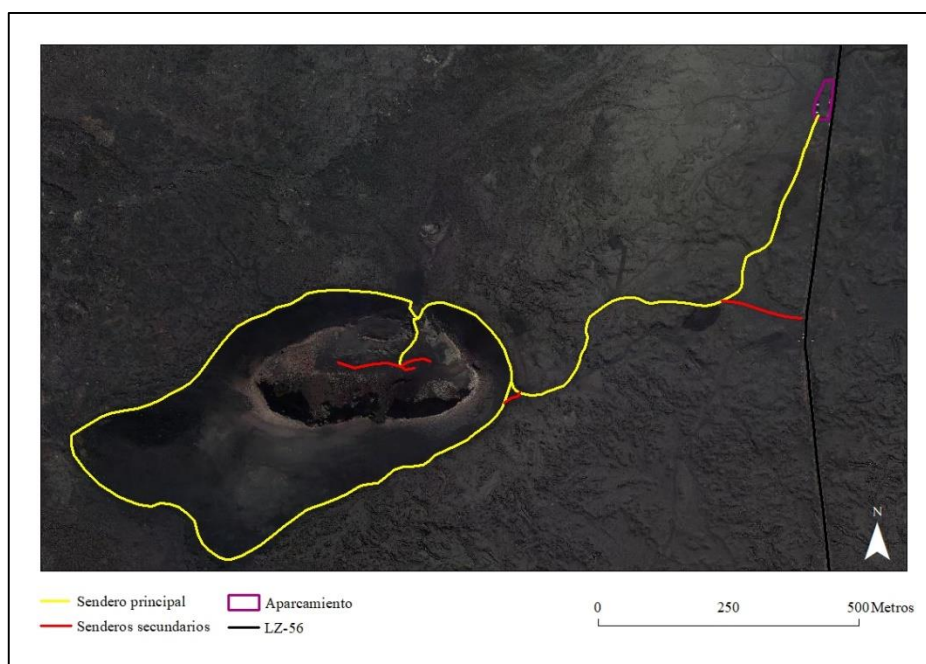
La segunda parte de este ejercicio se ha centrado en identificar los senderos que existen en el área de estudio, además, se ha utilizado el Software GIS para calcular las distancias a través de líneas con datos 3D, tanto para los senderos autorizados como aquellos que se han originado de manera irregular y que están contribuyendo con el deterioro del espacio estudiado.

El primer sendero identificado ha sido el que parte desde los aparcamientos, siendo este el principal acceso a La Caldera de los Cuervos. Dicho tramo tiene una longitud de 1,3 kilómetros, desde el inicio hasta el interior del cráter. El segundo sendero localizado fue el que bordea el cono volcánico, el cual tiene una distancia de 1,6 kilómetros. Ambos senderos se han clasificado en este estudio como los senderos principales del área analizada, entendiéndolo que son los únicos que deberían ser transitados.

Cabe destacar que estos dos tramos de senderos han sido rehabilitados a través del Plan de Restauración aplicado en el año 2014, lo cual permite una identificación correcta del sendero a seguir. Sin embargo, siguen existiendo tramos de senderos que no tienen ninguna función válida para la visita a La Caldera de Los Cuervos.

La siguiente figura nos muestra todos los senderos y accesos que tiene hoy en día el lugar de estudio, sean o no autorizados.

**Figura 5. Senderos del área de estudio**



*Fuente: Ortoexpress (Grafcan 2018). Elaboración propia.*

El sendero marcado en amarillo corresponde al inicial, que a su vez ha sido unificado con el circular, formando así el sendero principal de La Caldera de Los Cuervos. Este sendero tiene una longitud de 2,9 km, siendo, según esta investigación, el único sendero que debería ser transitado dentro del área de estudio.

El color rojo representa los senderos que se han creado de manera irregular o aquellos que fueron transitados hace varios años con otros fines que no fueran turísticos, como por ejemplo la extracción de lapilli. En cualquier caso, se considera que hoy en día son innecesarios para los visitantes, por lo que se debe prohibir el tránsito por ellos para evitar una mayor degradación.

En el interior del cono volcánico, el sendero principal se ha ramificando y expandido, dando lugar a otros problemas que se han podido localizar a través de las salidas de campo (apartado 6.2). Tras valorar este tramo de sendero, se ha llegado a la conclusión de que no es necesario un recorrido tan amplio por el interior del cráter, puesto que en el final se permite una panorámica de todo su interior, dando por finalizado el recorrido en este punto. Esto permitirá una mayor conservación del cráter y menor presión antrópica para la fauna y la flora.

Otro de los tramos que ha sido catalogado como secundario es el que parte desde la LZ-56. Este camino, que podría ser transitado por un vehículo en todo su tramo si no lo impidiera la cadena que se encuentra en la entrada, está siendo un problema para los visitantes del lugar, pues se puede identificar como un acceso hasta La Caldera de Los Cuervos, ya que solo se impide el tránsito rodado y no el acceso a pie. Por lo tanto, aquellos visitantes que accedan al lugar por la LZ- 56 desde el Sur, podrán ver esta entrada como único acceso al itinerario que tenían previsto, sin percatarse de la existencia de un aparcamiento a 400 metros.

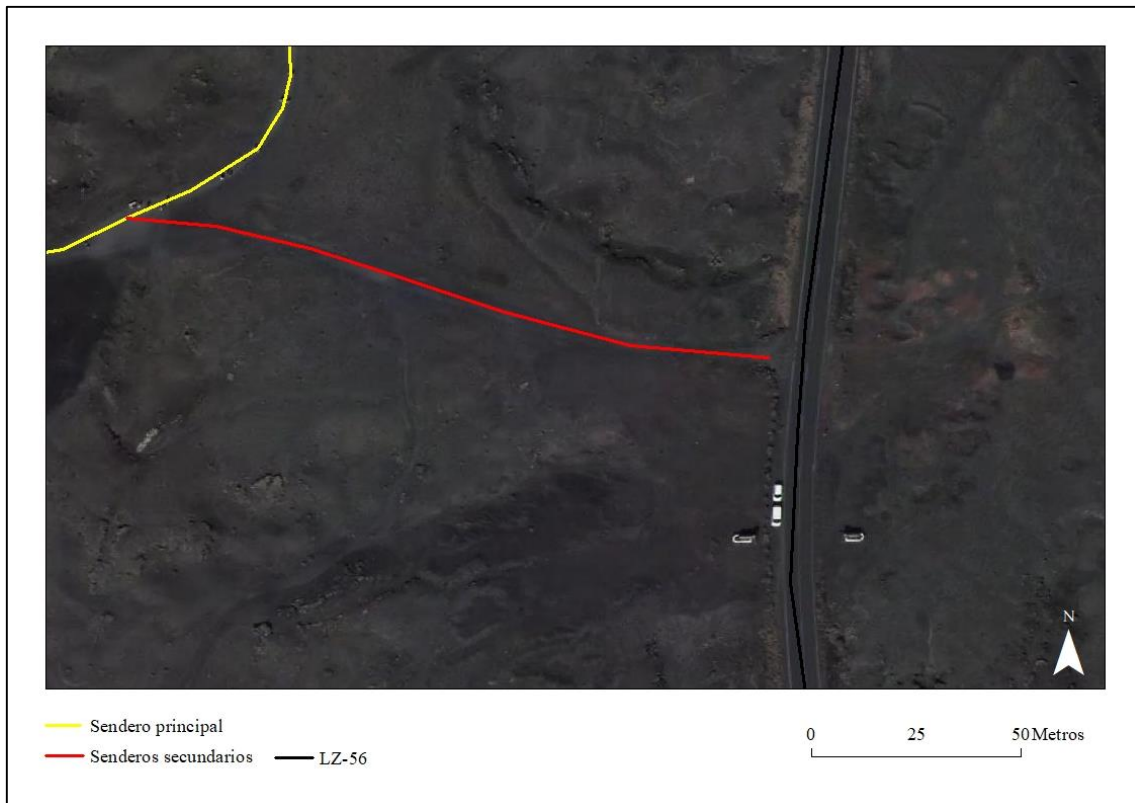
Esto da lugar a que aquellas personas que desconozcan el lugar estacionen sus vehículos al borde de la carretera, creando un riesgo para la circulación y, además, produciendo un incremento de la degradación del espacio.

Estas irregularidades se han podido corroborar en las salidas de campo, encontrándose vehículos estacionados en este lugar en siete ocasiones de las nueve visitas que se realizaron.

Por ello, en este estudio se aplicarán medidas (apartado 7) para solventar dicho inconveniente.

En la figura 6 se puede apreciar como los vehículos han ocupado el borde de la vía para estacionarse y también como se han adentrado en los campos de lapilli para acceder a La Caldera de Los Cuervos.

**Figura 6. Sendero secundario**



*Fuente: Ortoexpress (Grafcan 2018). Elaboración propia.*

Por último, existen dos pequeñas bifurcaciones en la unión del sendero inicial con el sendero circular. Quizás pasen desapercibidas a la vista de cualquier visitantes y no tengan un impacto visual elevado, sin embargo, este estudio pretende conservar el medio en su estado natural, libre del mayor número de huellas humanas posibles. Por ello, se consideran innecesarios dos tramos de senderos con la misma función. En este caso, se ha optado por catalogar como sendero secundario el que se encuentra al Sur, puesto que la mayoría de los visitantes optan por seguir el sendero situado al Norte que los dirige hacia el cráter volcánico.

Cabe destacar, que durante el ejercicio de fotointerpretación se ha identificado un mayor número de vías que a priori deberían ser enmarcadas en este apartado. Sin embargo, durante una salida de campo intercalada con este ejercicio se llegó a la conclusión que dichas vías serían estudiadas in situ debido a las incoherencias entre la fotointerpretación y lo observado en el terreno.

A pesar de ello, el resto de los senderos se han podido fotointerpretar sin inconvenientes, llegando a la conclusión de que el área de estudio cuenta con senderos bien definidos que permiten realizar el recorrido sin desviaciones, aunque existen pequeñas irregularidades como las expuestas anteriormente que pueden ser solventadas mediante una serie de intervenciones que se expondrán en el apartado 7.

## **6.2 Trabajo de campo**

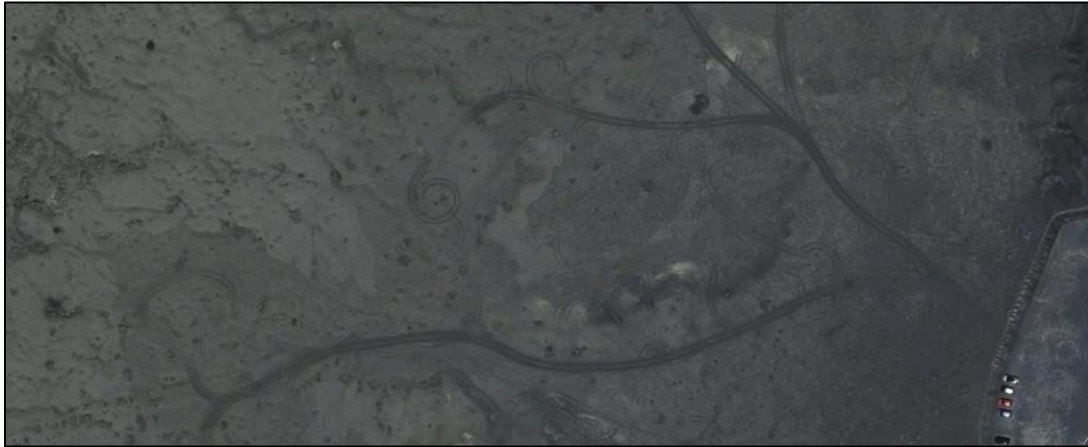
El trabajo de campo ha sido elemental, no solo para ajustar y corregir el trabajo de fotointerpretación, sino para ampliar la información sobre el lugar estudiado y observar el territorio desde una perspectiva que complementa a la fotointerpretación.

En primer lugar, centramos la atención en el número de especies de Calcosa que se encontraban a lo largo del recorrido. En este sentido, se pudieron observar individuos dispersos desde el inicio del sendero hasta la entrada al cono volcánico. Cabe destacar que el porte de las especies dispersas por las coladas era, en ocasiones, mayor que las localizadas en el interior del cráter, mientras que en zona suroeste presentan una mayor densidad.

Por lo tanto, podemos afirmar que el mayor número de Calcosas en el área de estudio se encuentra en el interior del cono volcánico, mientras que en el resto del área solo aparecen individuos dispersos que se mezclan con el paisaje, llegando a pasar desapercibidos a la vista del visitante.

En segundo lugar, se contrastaron los posibles desajustes entre los resultados de la fotointerpretación, condicionados por la limitación en la visualización, y el trabajo de campo. Durante el ejercicio, como se ha dicho anteriormente, se pudieron localizar vías que no conducían a ningún lugar concreto, simplemente se adentraban en las coladas. Sin embargo, una vez en el lugar de estudio se hacía difícil su identificación, debido a las actuaciones que se habían llevado a cabo en años anteriores en el lugar.

### **Imagen 1. Fotografía aérea del lugar de estudio**



*Fuente: Grafcan 2018.*

La imagen 1 presenta un ejemplo de dichas vías que habían sido creadas años atrás y que, en la actualidad, están totalmente inhabilitadas. Entre las actuaciones de Restauración que se llevaron a cabo en el año 2014, se habilitó un espacio para aparcamientos, el cual dejó sin acceso las vías que se aprecian en dicha imagen.

Por todo ello, se optó por cumplimentar el ejercicio de fotointerpretación con las salidas de campo, puesto que la perspectiva aérea no concordaba con la perspectiva en el terreno. Por lo tanto, esas vías no se añadieron a los mapas de senderos, puesto que se trataba de huellas del pasado que no estaban incrementando la degradación del lugar.

Una vez contrastado los resultados del ejercicio de fotointerpretación con las salidas de campo, se procedió a realizar un análisis de todo aquello que no se podía observar desde la fotografía aérea, recogiendo en una ficha de seguimiento (anexo) toda lo que pudiera aportar a la elaboración del estudio.

En la llegada a los aparcamientos se pudo observar que las papeleras utilizadas no logran retener los residuos de forma eficiente, detectándose la dispersión de alguno de ellos por efecto del viento. El aparcamiento de Caldera de Los Cuervos se encuentra completamente abierto hacia el Norte, viéndose afectado continuamente por los vientos. Esto hace que la basura acumulada en la papeleras, descubierta en su parte superior, sea arrastrada hacia el Sur, cubriendo así un perímetro de plásticos y papeles.

## Imagen 2. Papelera actual y restos de los residuos en la zona cercana



*Fuente: Elaboración propia.*

Se puede observar como el espacio que existe entre la LZ-56 y la primera parte del sendero presenta restos de los residuos depositados en la papelera, los cuales han quedado atrapados en las aulagas, mostrando así un aspecto descuidado que no pasa desapercibido a la vista de cualquier visitante.

Respecto a la información del lugar que podemos encontrar en el área de estudio (mesas interpretativas, paneles informativos, señalizaciones, etc.) cabe destacar que solo existen paneles de “Prohibido el paso” y mesas interpretativas, las cuales, han sido renovadas durante esta investigación. Se han cambiado todas las mesas interpretativas debido al mal estado en el que se encontraban y, además, se han añadido otras.

Por lo tanto, la ruta de La Caldera de los Cuervos se encuentra dotada de información que el visitante puede captar a través de las mesas interpretativas. Sin embargo, no se considera que la ubicación de dichas mesas, en algunos casos, sea la más adecuada, pues nos encontramos con la primera parte del sendero desprovista de información. Este hecho hace que el visitante comience la ruta sin ninguna descripción del recorrido que realizará.

La primera mesa interpretativa se encuentra a 450 metros del inicio del sendero desde los aparcamientos. Dicha ubicación nos da a entender que se ha colocado ahí de manera estratégica, puesto que coincide con un cruce de senderos entre el principal y el secundario (figura 10).

Siguiendo las consideraciones que se han tenido en cuenta durante este estudio, cabe destacar, que la ubicación de la primera mesa interpretativa no está en el lugar adecuado dado que por el sendero secundario debería estar prohibida la entrada a los visitantes.



Otro de los problemas que se ha localizado durante el trabajo de campo ha sido el apilamiento de rocas. Se trata de una moda importada por el turismo, la cual consiste en hacer pequeños montículos de rocas. Este acto que se ha extendido por Canarias y otros lugares de la Península está causando graves problemas para los ecosistemas y para el paisaje.

El lugar de estudio también se está viendo afectado por esta práctica irregular de aquellos que lo visitan. Principalmente, se han localizado estos pequeños apilamientos en los bordes del sendero, en la entrada del cráter y en su interior, aunque no se trata de un elevado número de montículos se debería controlar esta práctica con el fin de evitar mayores consecuencias para los ecosistemas y para el paisaje, siendo este último uno de los mayores atractivos que presenta este lugar.

### **Imagen 3. Apilamiento de piedras y zocos para la vegetación**



*Fuente: Elaboración propia.*

Además de estos apilamientos de rocas, en el interior del cráter se ha llevado a cabo otra práctica similar, puesto que han ido colocando las rocas alrededor de todas aquellas especies vegetales que se encuentran a su paso. Esta técnica tiene los mismos efectos negativos que la creación de montículos, pues se trata de realizar movimientos de rocas para cubrir y proteger las especies vegetales, en su gran mayoría Malvarrosas. Además,

en muchas ocasiones abandonan el sendero para realizar estas técnicas y también para subir por la ladera y acceder a la cima del cono, con el consecuente impacto que esto genera.

#### **Imagen 4. Huellas fuera de los senderos**



*Fuente: Elaboración propia.*

En la imagen 4 (derecha) se puede apreciar como a pesar de encontrarse con un cartel de prohibido el paso, los visitantes siguen accediendo por la ladera del cono. También podemos ver como han accedido, en la imagen de la izquierda, para realizar un pequeño zoco a alguna especie vegetal, dejando huellas que no pueden pasar desapercibidas.

Todas estas prácticas irregulares que se vienen desarrollando en el lugar de estudio podrían frenarse a través de algunas intervenciones, en muchas ocasiones es el desconocimiento de los visitantes lo que hace que realicen actos como los expuestos en párrafos anteriores. Se debe actuar con la mayor brevedad posible ante este tipo de actuaciones, evitando así que se conviertan en una moda y los daños sean aún mayores. Por todo ello, este estudio tratará de aplicar una serie de intervenciones que contribuyan con la eliminación de las prácticas irregulares y, además, tratará de evitar que se sigan desarrollando este tipo de actos.

### **7. PLAN DE RESTAURACIÓN**

A partir de los problemas detectados, el plan de restauración prioriza las necesidades a resolver y concreta las intervenciones que precisan.

La principal causa que ha dado lugar a la realización de actuaciones ha sido la degradación paisajística unida a la importancia histórica y geológica que guarda este lugar.

Para llevar a cabo este Plan de Restauración se contará con un grupo de 50 personas, las cuales se dividirán en grupos para realizar diversas intervenciones, con un plazo estimado de ejecución de 17 días.

En total, se han detectado cuatro necesidades o problemas dentro del área de estudio que serán intervenidas por cuatro grupos de trabajo, distribuidos en un grupo de 30, dos de 8 y uno de 4 trabajadores.

Se considera necesario realizar una nueva monitorización al cabo de seis meses. Esto permitirá comprobar las consecuencias que han tenido las intervenciones que se van a realizar.

### **7.1 Control de la expansión de Calcosas y derribo de apilamientos de rocas.**

Tras los resultados obtenidos en el ejercicio de fotointerpretación y en la observación directa durante las salidas de campo, se ha considerado necesario plantear un método de intervención para impedir la proliferación de Calcosa en el área de estudio. Del mismo modo, se aprovechará la misma intervención para eliminar todos los apilamientos y zocos que sean detectados.

El método que vamos a aplicar será la erradicación manual de las plantas, como se ha venido haciendo en zonas cercanas al área de estudio. Este método sólo permitirá la eliminación parcial de ejemplares, puesto que existen zonas de difícil acceso.

No se plantea otro tipo de intervención dado que está en marcha un proyecto de la Universidad de La Laguna, el cual pretende localizar patógenos de la Calcosa, búsqueda de productos naturales que inhiban la germinación de semillas o que induzcan estrés hídrico en las plantas y estudio del momento adecuado de aplicación. Por lo tanto, a la espera de los resultados de dicho proyecto, se seguirá utilizando el método manual.

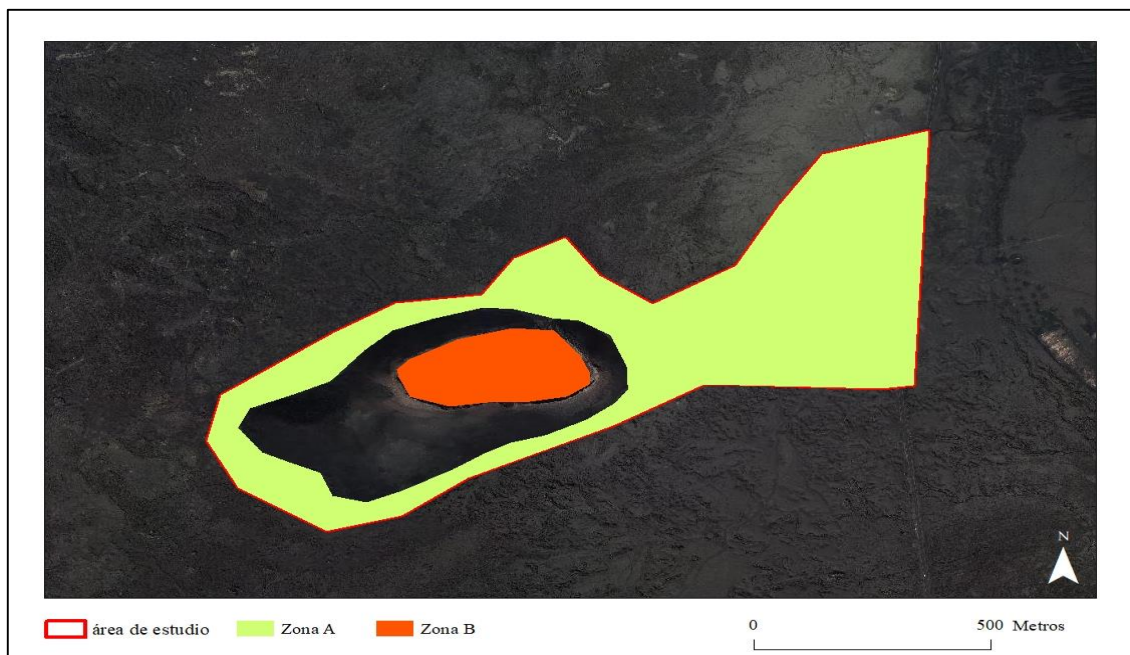
#### **7.1.1 Zonas de intervención**

Para realizar una correcta actuación se ha dividido el área de estudio en dos zonas, lo que permitirá una eliminación rápida y controlada. Una zona de intervención será en los exteriores del cráter, abarcando los límites del área de estudio, denominada zona A. Se trata de un terreno accesible, donde se podrán eliminar todos los ejemplares detectados.

La otra zona B de intervención será en el interior del cráter, sin llegar a acceder a las partes más verticales del cráter.

Teniendo en cuenta la fragilidad del terreno y el reducido número de ejemplares, se ha optado por no intervenir en las laderas del volcán, de este modo, se evitará la erosión y por consecuencia un aumento del trabajo.

**Figura 7. Zonas de intervención**



*Fuente: Ortoexpress (Grafcan 2018). Elaboración propia.*

### **7.1.2 Grupos de actuación**

Se dividirá en uno por zona, teniendo dos grupos de trabajo, siendo el A de 20 personas y el B de 10.

Dado que las dimensiones de las zonas de intervención no son equivalentes, los grupos de trabajo no cuentan con el mismo número de trabajadores.

Teniendo en cuenta la importancia y fragilidad del terreno en el que nos encontramos, se realizará una charla de formación para todo el personal de actuación, en las que se expondrán algunas pautas de actuación ante diversas situaciones como: técnicas de

arrancado de las plantas, derribo de los apilamientos y zocos, tránsito por las coladas para evitar dejar huella, contacto con flora y fauna, etc.

### **7.1.3 Periodo de ejecución**

La ejecución se llevará a cabo en un periodo de nueve días, de los cuales dos serán destinados a formación del personal y un día para elaborar un informe del resultado obtenido (número de ejemplares, tamaño, estado, etc). Según los resultados del ejercicio de fotointerpretación, en los alrededores del cráter no existe una población abundante de Calcosa, lo cual permite una eliminación rápida. Por el contrario, un gran número de especies se encuentra en zonas inaccesibles, por lo tanto, se estima que en 6 días se pueda eliminar todos aquellos ejemplares que estén al alcance del grupo de actuación.

### **7.1.4 Desarrollo de la intervención**

Como se ha dicho anteriormente, actuarán dos grupos de trabajo de manera conjunta. La zona A de trabajo es la que presenta mayor complicación al tratarse de un sector más amplio, por lo que se comenzará desde el norte hacia el sur creando una cadena desde el flanco esta hasta el oeste, de este modo se tratará de abarcar toda la superficie del área, finalizando a los pies del cráter, mientras que la zona B es más reducida pero con mayor número de ejemplares, aquí el grupo de trabajo se distribuirá por todo el cráter. En cada grupo de trabajo se llevará un control de los ejemplares eliminados y de las características más comunes entre ellos, de igual manera, se realizará un conteo de las Calcosas que no puedan ser erradicadas. Además, se deberá realizar un álbum fotográfico, con el fin de hacer una comparativa sobre el impacto paisajístico que estaba originando la Calcosa en el área de estudio.

Cabe destacar que los mismos grupos de trabajo serán los encargados del derribo de apilamientos y zocos, en muchas ocasiones está relacionado el crecimiento de una Calcosa con la creación de un zoco. Por ello, se ha decidido englobar las dos actividades en una sola intervención.

## **7.2 Adecuación del sendero y eliminación de senderos inhabilitados**

Para esta intervención se llevarán a cabo dos actividades. La primera se centrará en la eliminación de huellas de senderos antiguos. En la imagen 1 se puede observar como, a pesar de no estar siendo utilizados, la huella sigue presente, cierto es que no están aumentando la degradación del lugar pero si están ocasionando un impacto visual que puede ser eliminado. La segunda actividad se basará en cerrar el paso a los senderos

secundarios que se habían señalado anteriormente como se puede apreciar en la figura 6 y en la adecuación de la totalidad del sendero principal.

En esta ocasión sólo se contará con un grupo de trabajo, el cual consta de 8 personas. En primer lugar, se realizará la eliminación de huellas en los senderos mencionados a través de herramientas manuales. Se tratará de extender el lapilli para dejar el terreno en el mayor estado natural posible.

En segundo lugar, se colocará un letrero, integrado con el medio, donde se indique la prohibición de acceder al sendero secundario, cuyo inicio parte desde la LZ-56, dicho letrero indicará la posibilidad de estacionar y acceder a la Caldera de los Cuervos desde los aparcamientos habilitados (figura 9). Además, se cerrará el acceso en sentido contrario, es decir, en la bifurcación con el sendero principal se colocará la misma hilera de rocas que se distribuye a ambos lados del sendero principal. De este modo, el sendero secundario quedará totalmente inhabilitado, evitando estacionamientos al margen de la carretera.

En este caso no se ha planteado la eliminación completa de dicho sendero, pues se trata de un tramo que podría ser transitado por vehículos en caso de emergencia, por lo tanto, el único objetivo es evitar el acceso de visitantes.

Por el contrario, las ramificaciones que se encuentran en el interior del cráter serán eliminadas mediante el alisado de lapilli. En este caso, se eliminarán aquellas rocas que marcan el sendero por el interior del cráter. El acceso al cráter quedará restringido, quedando solo transitable hasta el final del sendero principal (figura 5), donde se adecuará un espacio de observación delimitado por las mismas rocas que resaltan el sendero.

Por último, se eliminará mediante la misma técnica la pequeña bifurcación que existe a los pies de la Caldera, dejando un único acceso para bordear el cráter.

La adecuación de los senderos y la eliminación de huellas durará cinco días, siendo cuatro de ellos destinados a la eliminación de huellas y un día para adecuar el sendero secundario que parte desde la LZ-56.

### **7.3 Retirada de residuos y mejora de papeleras.**

Las papeleras que se encuentran en la zona de aparcamientos no son las adecuadas para el lugar de estudio, como se había adelantado anteriormente. En este caso, se pretende eliminar la única papeleras existente y añadir cuatro papeleras, distribuidas por el

aparcamiento, compuestas por una estructura mixta madera-metal con tapa, de este modo se evitará la expansión de los residuos por las zonas cercanas a los aparcamientos.

Una vez que se hayan modificado las papeleras se realizará una recogida de residuos, abarcando la zona sur de los aparcamientos hasta llegar al sendero secundario.

**Figura 8. Área de limpieza y ubicación de papeleras**



*Fuente: Ortoexpress (Grafcan 2018). Elaboración propia.*

Esta intervención contará con un grupo de 8 trabajadores, 6 para la retirada de residuos y 2 trabajadores para la instalación de papeleras.

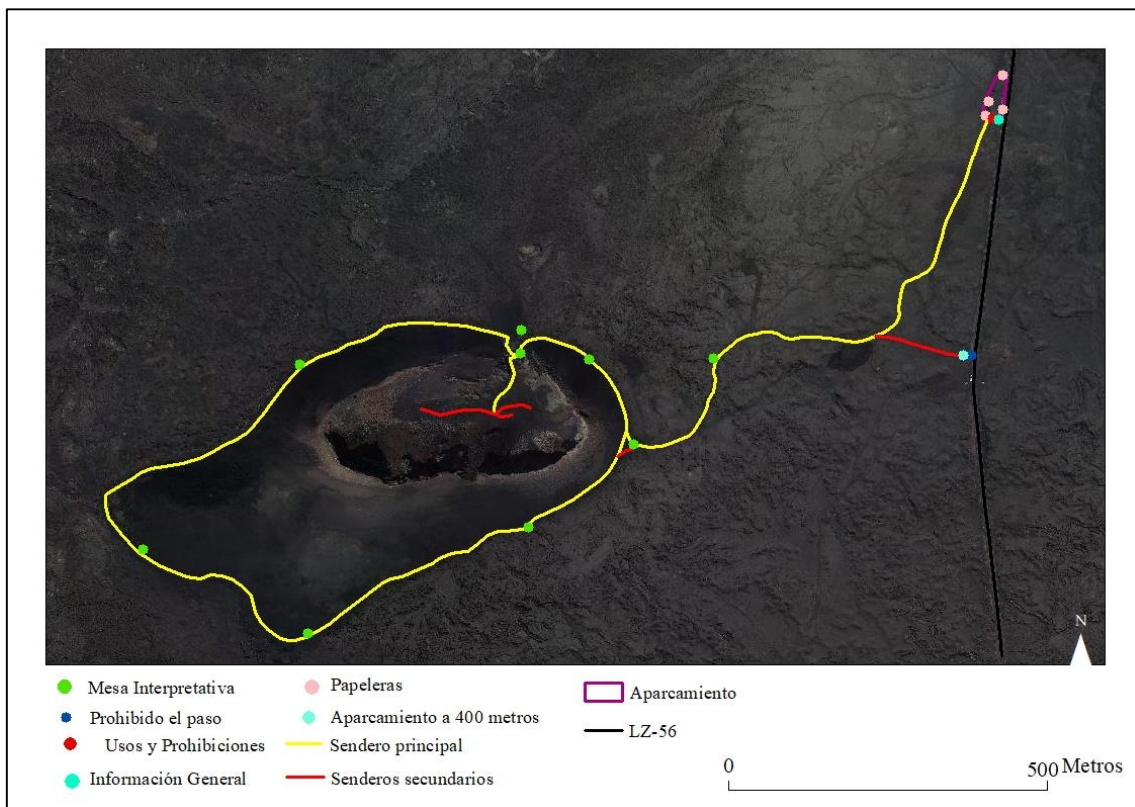
En esta ocasión, serán necesarios dos días para finalizar la actividad, un día para la implantación de papeleras y otro día para la retirada de residuos.

#### 7.4 Reestructuración de la señalética.

Una vez que se ha eliminado el sendero secundario que partía desde la LZ-56, la ubicación de la primera mesa interpretativa carece de sentido en cuanto a su ubicación. Por ello, este plan pretende eliminar dicha mesa interpretativa y sustituirla por un panel informativo al inicio del sendero principal, de este modo, tendremos información previa del lugar antes de comenzar el recorrido.

En este sentido se colocarán dos paneles informativos al inicio del sendero. Por un lado, un panel con información general del lugar que se pretende visitar. En dicho panel, se incorporará un pequeño texto explicativo, en cuatro idiomas (inglés, francés, alemán y español), sobre los cambios que tuvo la isla tras dichas erupciones y la importancia de este volcán. Por otro lado, el segundo panel conlleva una serie de medidas y prohibiciones que se deben tener en cuenta antes de iniciar el sendero, tales como: prohibición de mover rocas para cubrir las plantas, salirse del sendero, no apilar rocas, no molestar a la flora y fauna.

**Figura 9. Ubicación de señalética**



*Fuente: Ortoexpress (Grafcan 2018). Elaboración propia.*



La duración de esta intervención será de un día, puesto que sólo se reubicará una mesa interpretativa. La tarea se llevará a cabo por cuatro trabajadores, dos para la reubicación de la mesa interpretativa y dos para la colocación de los nuevos paneles.

### 7.5 Presupuesto del Plan de Restauración

En este apartado se expone de forma detallada el presupuesto para el Plan de restauración. Por un lado, se ha desglosado el presupuesto de cada una de las intervenciones, con el número de días y trabajadores, lo cual suma un total de 25.400€. Por otro lado, se ha añadido el importe de los materiales que se usarán, cuatro papeleras, dos paneles informativos y un cartel, siendo el importe total de 3.100€.

Por lo tanto, se ha estimado que el coste total para finalizar el Plan de restauración sea de 28.500€. Se debe tener en cuenta que la mayoría de las intervenciones son de bajo coste y no requieren mucha dificultad, del mismo modo, se ha intentado añadir el menor material posible a la zona con el fin de evitar impacto paisajístico.

**Tabla 1. Presupuesto de trabajadores**

INTERVENCIÓN	TRABAJADORES	DÍAS	COSTE
<b>Retirada de Calcosa y apilamiento de rocas</b>	30	9	21.600 €
<b>Adecuación de los senderos</b>	8	5	3.200 €
<b>Retirada de residuos</b>	8	2	1.280 €
<b>Reestructuración de la señalética</b>	4	1	320 €
			<b>COSTE TOTAL:</b>
			25.400 €

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 2. Presupuesto de materiales**

MATERIALES	UNIDADES	€/Und	COSTE TOTAL
<b>Papelera</b>	4	285 €	1.140 €
<b>Panel informativo</b>	2	740 €	1.480 €
<b>Cartel</b>	1	480 €	480 €
		<b>Total:</b>	3.100 €

*Fuente. Elaboración propia.*

## **8. CONCLUSIONES**

La investigación realizada determina que existen irregularidades en el área de estudio que se han derivado de tres problemáticas principales.

En primer lugar, uno de estos problemas es la expansión de la Calcosa, una especie invasora de la cual se ha generado un debate en la isla de Lanzarote, dado que existen dos posiciones diferentes con respecto a la forma de proceder (erradicándola o integrándola).

Este estudio se posiciona a favor de la erradicación, pues como ha demostrado, la Calcosa se ha expandido por el área de estudio en los últimos años y, a pesar de haberse estabilizado su crecimiento, considera que se trata de una especie introducida en la isla con un fin determinado (alimento para el ganado) y que hoy en día no recibe dicha utilidad, además, si la expansión de esta especie continua, el paisaje acabará cambiando, acabando así, con el mayor atractivo que tiene la isla.

En segundo lugar, el uso inapropiado que hace el visitante en su recorrido por el sendero se ha convertido en otra problemática para el entorno, siendo las principales consecuencias de dichos comportamientos los apilamientos de rocas, la creación de zocos y el tránsito fuera de los senderos.

Durante la investigación se ha tratado de analizar la causa de estos comportamientos, llegando a la conclusión de que pueden estar derivados por dos aspectos diferentes. Por un lado, la falta de información en el lugar advirtiendo de las consecuencias que se pueden

producir o, por otro lado, la falta de sensibilidad y de respeto por el entorno que visitan. Este estudio ha aplicado las medidas necesarias para evitar los comportamientos derivados de la primera causa. Si por el contrario, las causas fueran otras (falta de sensibilidad y de respeto) se deberían tomar nuevas medidas en un futuro, tales como añadir vigilancia al lugar e imponer sanciones a aquellos que realicen actos inadecuados.

Por último, se ha llegado a la conclusión de que la problemática principal y, por lo tanto, la que engloba a las dos anteriores es la mala gestión que se está llevando a cabo en La Caldera de Los Cuervos. A pesar de acometerse diferentes acciones sobre este entorno, como la renovación de todas las mesas interpretativas, no se ha logrado resolver los problemas detectado por esta investigación. De acuerdo con esto, se ha determinado que la gestión es la pieza fundamental para conservar este lugar, la cual debe ser constante y efectiva, siendo la monitorización una herramienta que debe formar parte de dicha gestión.

En definitiva, la monitorización de La Caldera de Los Cuervos se ha manifestado como un instrumento de gran utilidad para analizar su estado de conservación y el uso que estaba recibiendo. Por lo tanto, se considera necesario realizar monitorizaciones periódicas por dos motivos principales: por un lado, para comprobar si los problemas actuales se han solucionado y, por otro lado, para evitar que se desarrollen nuevas irregularidades. En este caso, se ha determinado que sería conveniente una revisión a los seis meses.

Además, este sistema de monitorización puede ser aplicado a otras áreas que se encuentren afectadas por problemáticas similares (presión turística, usos inadecuados, mal estado de conservación, etc.).

## REFERENCIAS

### Bibliografía

Carcavilla, L., Durán, J., García-Cortés, A., y López-Martínez, J. (2009) *Geological Heritage and Geoconservation in Spain: Past, Present, and Future*. Geoheritage

Carcavilla, L., Delvene, G., Díaz-Martínez, E., García Cortés, A., Lozano, G., Rábano, I., Sánchez, A., y Vegas, J. (2014). *Geodiversidad y patrimonio geológico*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid: Parques Nacionales.

Carcavilla, L., Díez-Herrero, A., y Vegas, J. (2017). *Monitorización en cascadas y saltos de agua para la valoración de su “espectacularidad o belleza” y sus implicaciones para su uso público. El caso de la Chorrera de los Navalucillos*. Cuadernos del Museo Geominero, nº 21. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

Galindo, I. Sánchez, N. Romero, C., y Vegas, J. (2014) Informe del Convenio Específico de Colaboración CIL-IGME.

Hilario, M. Mendia, M. Monge-Ganuzas, E. Fernández, J. Vegas y Belmonte, A. (2015) (eds.). *Patrimonio geológico y geoparques, avances de un camino para todos*. Cuadernos del Museo Geominero, nº 18. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid

Lima, A. Nunes, J., y Brilha, J. (2016). *Monitoring of the Visitors Impact at BPonta da Ferraria e Pico das Camarinhas^ Geosite (São Miguel Island, Azores UNESCO Global Geopark, Portugal)*

### Webgrafía

Biosferadigital (1 de Septiembre de 2018). La vinagrera, la plaga que invade los paisajes volcánicos. Recuperado de: <https://www.biosferadigital.com/>

DATOSLANZAROTE.com. Recuperado el 11 de Marzo de 2019 de: <http://www.datosdelanzarote.com>

García, E. (13 de Mayo de 2019). La Vinagrera se come el paisaje de Timanfaya. Recuperado de: <https://www.diariodelanzarote.com/>

GEOPARQUELANZAROTE.org. Recuperado el 28 de Febrero de 2019 de: <http://www.geoparquelanzarote.org/>

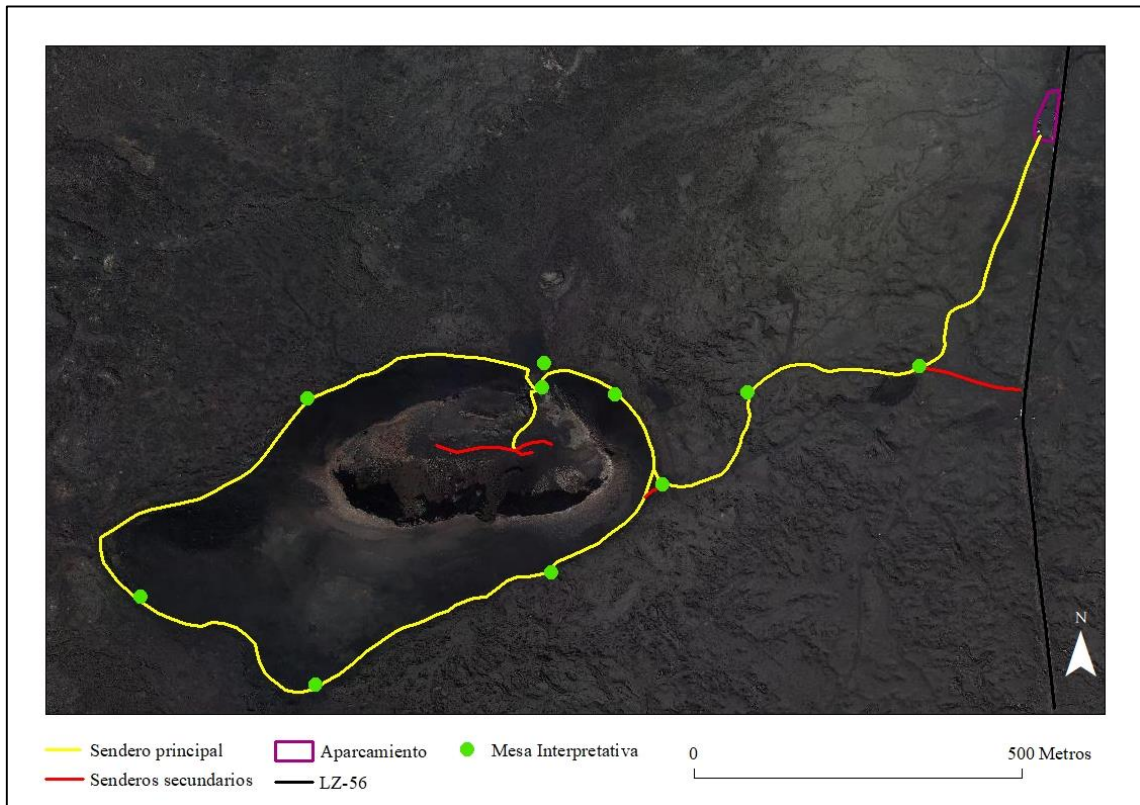
GRAFCAN.es. Recuperado el 22 de Marzo de 2019 de: <https://www.grafcan.es/>

IGME.es. Recuperado el 9 de Abril de 2019 de: <http://www.igme.es/>

Tabar, M. (17 de Diciembre de 2017). Los científicos alertan del expolio del patrimonio geológico de Lanzarote. Recuperado de <https://www.eldiario.es/>

## ANEXOS

**Figura 10. Estado actual de los senderos y mesas interpretativas**



*Fuente: Ortoexpress (Grafcan 2018). Elaboración propia.*

### Ficha 1: Hoja de seguimiento para la salida de campo

FICHA DE SEGUIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO				
<b>Denominación del lugar</b>	Caldera de los Cuervos			
<b>Localización</b>	Provincia:	Las Palmas	Municipio:	TINARO
	Paraje(s):			
	Coordenadas (UTM, WGS84)	X:	Y:	
<b>Área del lugar del estudio</b>				
LUGAR DE INTERÉS GEOLÓGICO				
Valor del LIG	NOTO			
Susceptibilidad de degradación	Medica			
Prioridad de protección	NOTA			
<b>Relevancia</b>	Local	Regional	Nacional	Internacional
				<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Interés del lugar de estudio</b>	Volcanológico	<input checked="" type="checkbox"/>	Geomorfológico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Sedimentológico		Paleontológico	
	Petrológico		Estratigráfico	
	Tectónico	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros:	
<b>Usos</b>	Científico	Turístico	Educativo	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Valoraciones generales				
<b>Visitantes</b>	Tipo de transporte	A pie:	En vehículo:	
	Respetan el lugar	Si:	No:	Regular: <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Señalización</b>	Si:	No:	Estado:	
<b>Paneles informativos</b>	Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No:	Estado:	
<b>Existe publicidad del lugar</b>	Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No:		
<b>Existen labores de limpieza</b>	Si: Solo aparcamientos	No:		
<b>Se han detectado explosivos</b>	Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No:		
<b>Erosión del lugar</b>	Alta:	Media: <input checked="" type="checkbox"/>	Baja:	
<b>Limpieza</b>	Buena:	Mala: <input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Se han detectado explosivos</b>	Si:	No:		
<b>Existen labores de vigilancia</b>	Si:	No: <input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Se han llevado a cabo restauraciones previas</b>	Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No:		
<b>Amenazas antrópicas/naturales</b>	Si: <input checked="" type="checkbox"/>	No:		
<b>Accesibilidad</b>	Buena <input checked="" type="checkbox"/>	Si:	No:	
<b>Estado actual</b>	Buena: Regular	Malo:		

Fuente: Elaboración propia

## Ficha 2: Hoja de seguimiento para la salida de campo

### Comentario valorativo:

El estado actual de este lugar es regular pues encontramos numerosos desperfectos que deba ser solucionados. Los visitantes que se ~~van~~ encuentran en el lugar se salen de los senderos por diferentes motivos (Fotografías, crear zocos y apilamientos) en este sentido sería ~~es~~ necesario ampliar la vigilancia para evitar una mayor degradación de este espacio.

Por ello, se debe llevar un seguimiento cada seis meses.

Etiqueta de seguimiento	Rojo	Amarillo	Verde
	Trimestral:	Semestral: <input checked="" type="checkbox"/>	Anual:

Fuente: Elaboración propia



**Archivo fotográfico**

**Imagen 5. Residuos cercanos a la zona de aparcamientos**



*Fuente: Elaboración propia*

**Imagen 6. Residuos cercanos a la zona de aparcamientos**



*Fuente: Elaboración propia*

**Imagen 7. Residuos cercanos a la zona de aparcamientos**



*Fuente: Elaboración propia*

**Imagen 8. Ampliación de un tramo del sendero creado por bicicletas**



*Fuente: Elaboración propia*

**Imagen 9. Calcosa en medio de las coladas**



*Fuente: Elaboración propia*

**Imagen 10. Creación de zoco**



*Fuente: Elaboración propia*

**Imagen 11. Calcosa en medio de las coladas**



*Fuente: Elaboración propia*

**Imagen 12. Población de Calcosa**



*Fuente: Elaboración propia*

**Imagen 13. Creación de zoco**



*Fuente: Elaboración propia*

**Imagen 14. Apilamiento de rocas**



*Fuente: Elaboración propia*

**Imagen 15. Huellas en la ladera del cono volcánico**



*Fuente: Elaboración propia*

**Imagen 16. Apilamiento de rocas para grabado de nombres**



*Fuente: Elaboración propia*

**Imagen 17. Población de Calcosa en el interior del cráter**



*Fuente: Elaboración propia*

**Imagen 18. Apilamiento y zocos de rocas en el interior del cráter**



*Fuente: Elaboración propia*

