



DOCUMENTO UNO:

II. ANEXOS



**Funded by
the European Union**

This project has received funding from
the European Union's Horizon Europe
research and innovation programme
under grant agreement N° 101157447.

www.genesisnbs.eu



@genesisnbs



Índice

1. Informe Topográfico
2. Informe Hidrogeológico



**Funded by
the European Union**

This project has received funding from the European Union's Horizon Europe research and innovation programme under grant agreement N° 101157447.

www.genesisnbs.eu



@genesisnbs

Informe:

Levantamiento Topográfico
Galería Los Tocaderos.

1. Introducción.

Entre los días 22 y 24 de febrero de 2026 se realiza el levantamiento topográfico de la traza de la Galería Tocaderos, situada en el Término Municipal de Barlovento en la Isla de La Palma, resultando una longitud de 6.232 m.

Este informe tiene por objetivo la descripción de la metodología empleada para la realización del levantamiento topográfico, así como de los medios empleados y los resultados obtenidos.

2. Equipo Empleado.

Para la realización de los trabajos se han empleado distintos equipos, cada uno con un fin determinado, tanto para el interior de la galería como para el exterior, a continuación se enumeran los equipos y herramientas empleadas.

- Estación total de la marca TOPCON, modelo OS-103.
- Receptor GNSS RTK de la marca TOPCON, modelo Hiper VR
- Bípode
- Primas topográfico
- Jalón de 1,50 – 2,50 m
- Jalón + bípode de 0,50 m
- Trípode de 1,15 m – 1,80 m
- Trípode 0,60 m – 0,80 m
- Clavos

3. Metodología.

En primer lugar, en el exterior de la galería se generan 3 bases en puntos aleatorios y posteriormente, se realiza la lectura de dichos puntos mediante el receptor GNSS RTK, el cual recibe correcciones diferenciales de la Estación Permanente ERGNSS del Instituto Geográfico Nacional situada en el Observatorio Astronómico Roque de Los Muchachos. Estas 3 bases se utilizarán para la georreferenciación del resto del levantamiento.

En segundo lugar, se coloca la estación total sobre el trípode de mayores dimensiones en el exterior de la galería, alineado con su traza. Una vez introducidas las coordenadas de las bases generadas anteriormente, se realiza la medición de las mismas, para ello se ha colocado el prisma topográfico en el jalón de 1,50 m, el cual se ha estabilizado y fijado en su posición mediante el bípode, obteniendo medidas más precisas.

Con la estación total georreferenciada, se colocan 2 clavos en la bocamina de la galería y un tercero sobre la puerta de la caseta situada a unos 50 m de la galería y se realiza la lectura, de modo que sirvan de puntos fijos con coordenadas conocidas que sirvan para la georeferenciación en futuros trabajos de topografía.

Tabla 1. Coordenadas puntos fijos georreferenciados.

Punto	Coordenadas UTM (REGCAN95)		
	X	Y	Z
Clavo 1	225.932,250	3.192.026,992	565,759
Clavo 2	225.933,904	3.192.026,310	566,272
Clavo 3	225.941,457	3.192.075,362	565,935

Una vez se crean estos puntos fijos se comienza con el levantamiento de la traza de la galería. Para aumentar el rendimiento del trabajo y realizar mediciones a la mayor longitud posible, se coloca el prisma en el jalón de 50 cm de altura. Debido a la irregularidad del contorno de la galería, reduciendo la altura del prisma, permite reducir el numero de obstáculos.

Se realiza la lectura de puntos que tengan características relevantes, como cambios de dirección, obstáculos o señales en la galería mientras se visualice el prisma. Llegado el punto en el que no se puede ver el prisma, se retroceden unos metros y se crean 2 bases. Estas bases están formadas por un clavo colocado en el eje de la galería con su identificación, siempre colocados según el avance de la distancia.

Estas bases creadas en el interior de la galería servirán de apoyo para volver a georreferenciar la estación total, que siguiendo el mismo criterio que se ha tenido con el prisma, esta se colocará sobre el trípode de 60 – 80 cm de altura.

Este proceso se realiza a lo largo de toda la traza de la galería, y en los puntos donde existen curvas, además se han leído puntos a una distancia menor para definir en la medida de lo posible la longitud y radio de la curva.

Al llegar al fondo de la galería se generan las 2 últimas bases fuera de la zona de trabajo para servir de apoyo a próximos trabajos. Finalmente se realiza la lectura de los puntos del dique donde se realizará el cierre hidráulico de la galería.

4. Datos obtenidos.

A continuación se muestran los datos obtenidos en el levantamiento. En la siguiente tabla se muestra el número del punto, con sus coordenadas y unas observaciones o código de las características de cada punto.

Tabla 2. Tabla de coordenadas del levantamiento.

Punto	Coordenadas UTM (REGCAN95)			Observaciones
	X	Y	Z	
0	225.967,785	3.192.067,520	560,390	BASE EXTERIOR
1	225.954,044	3.192.062,217	559,904	BASE EXTERIOR
2	225.950,588	3.192.050,073	561,601	BASE EXTERIOR
3000	225.934,977	3.192.035,680	564,131	ESTACION
3	225.932,250	3.192.026,992	565,759	CLAVO 1

Punto	Coordenadas UTM (REGCAN95)			Observaciones
	X	Y	Z	
4	225.933,904	3.192.026,310	566,272	CLAVO 2
5	225.941,457	3.192.075,362	565,935	CLAVO 3
6	225.932,999	3.192.026,629	564,243	PK 0+00
7	225.896,706	3.191.868,843	565,063	EJE
8	225.892,855	3.191.851,924	565,094	EJE
9	225.821,881	3.191.540,308	567,091	EJE
10	225.790,993	3.191.405,025	568,291	EJE
11	225.790,378	3.191.402,349	568,290	EJE
13	225.767,875	3.191.308,064	568,952	BASE 1
3001	225.934,726	3.192.034,232	564,151	ESTACION
12	225.769,803	3.191.316,444	568,925	BASE 2
3002	225.765,849	3.191.298,949	56,837	ESTACION
14	225.709,424	3.191.054,456	571,016	EJE
15	225.665,174	3.190.862,484	572,889	BASE 3
16	225.662,772	3.190.852,612	572,970	BASE 4
3003	225.660,713	3.190.848,086	572,439	ESTACION
17	225.654,459	3.190.834,858	573,412	EJE
1000	225.664,257	3.190.858,477	572,911	EJE
1001	225.663,976	3.190.857,284	572,913	EJE
1002	225.663,699	3.190.856,046	572,916	EJE
1003	225.663,449	3.190.854,940	572,925	EJE
1004	225.663,067	3.190.853,597	572,946	EJE
1005	225.662,719	3.190.852,522	572,963	EJE
1006	225.662,271	3.190.851,354	572,984	EJE
1007	225.661,769	3.190.850,255	57,301	EJE
18	225.627,048	3.190.778,001	574,613	BASE 5
19	225.623,158	3.190.770,012	574,707	BASE 6
3004	225.615,907	3.190.755,070	574,121	ESTACION
20	225.612,682	3.190.748,328	574,691	EJE
21	225.611,795	3.190.746,424	574,672	EJE
22	225.424,468	3.190.358,816	575,520	BASE 7
23	225.421,103	3.190.352,003	576,457	BASE 8
24	225.421,103	3.190.352,003	575,657	EJEJ
3005	225.418,619	3.190.344,557	575,176	ESTACION
1023	225.419,620	3.190.347,929	575,711	EJE
1024	225.419,323	3.190.346,931	575,731	EJE
1025	225.418,365	3.190.342,407	575,849	EJE

Punto	Coordenadas UTM (REGCAN95)			Observaciones
	X	Y	Z	
25	225.347,965	3.190.109,517	577,858	EJE
26	225.340,844	3.190.085,166	578,011	BASE 9
27	225.339,161	3.190.080,778	578,061	BASE 10
3006	225.337,259	3.190.077,304	577,511	ESTACION
1035	225.340,774	3.190.084,957	578,026	EJE
1036	225.340,179	3.190.083,178	578,033	EJE
1037	225.339,451	3.190.081,490	578,073	EJE
1038	225.338,747	3.190.079,800	578,070	EJE
1039	225.337,994	3.190.078,339	578,096	EJE
1040	225.336,962	3.190.076,649	578,090	EJE
1041	225.336,171	3.190.075,745	578,106	EJE
1042	225.335,254	3.190.074,880	578,131	EJE
1043	225.334,150	3.190.074,022	578,176	EJE
28	225.332,649	3.190.072,894	578,175	EJE
29	225.331,136	3.190.071,861	578,222	EJE
30	225.308,364	3.190.054,998	578,558	BASE 11
31	225.305,102	3.190.051,656	578,670	BASE 12
3007	225.270,428	3.190.012,195	578,705	ESTACION
32	225.206,758	3.189.942,422	580,049	EJE
33	225.172,654	3.189.905,282	580,541	EJE
34	225.116,731	3.189.843,417	581,385	BASE 13
35	225.110,833	3.189.836,502	581,433	BASE 14
3008	225.088,738	3.189.811,824	581,364	ESTACION
36	224.950,131	3.189.658,708	584,099	BASE 15
37	224.944,494	3.189.652,273	584,247	BASE 16
3009	224.888,875	3.189.589,301	584,377	ESTACION
38	224.854,047	3.189.548,193	585,665	EJE
39	224.847,591	3.189.540,647	585,778	BASE 17
40	224.842,648	3.189.534,024	585,825	BASE 18
3010	224.833,392	3.189.522,425	585,368	ESTACION
1100	224.828,976	3.189.518,378	586,050	EJE
1101	224.824,082	3.189.513,365	586,120	EJE
41	224.749,739	3.189.438,321	587,727	BASE 19
42	224.743,568	3.189.431,448	587,939	BASE 20
3011	224.697,784	3.189.381,255	589,283	ESTACION
1105	224.755,633	3.189.444,106	587,654	EJE
1106	224.753,377	3.189.441,963	587,767	EJE

Punto	Coordenadas UTM (REGCAN95)			Observaciones
	X	Y	Z	
1107	224.731,451	3.189.417,894	588,442	EJE
1108	224.718,553	3.189.402,853	588,821	EJE
1109	224.706,296	3.189.390,106	589,675	EJE
1110	224.701,577	3.189.385,044	589,830	EJE
1111	224.698,697	3.189.382,133	589,869	EJE
1112	224.686,784	3.189.369,999	590,229	EJE
1113	224.667,670	3.189.347,780	590,770	EJE
1114	224.660,622	3.189.339,528	591,018	EJE
1115	224.654,249	3.189.333,250	591,263	EJE
43	224.656,486	3.189.335,783	591,143	BASE 21
44	224.642,464	3.189.320,203	591,511	BASE 22
3012	224.637,538	3.189.313,625	591,324	ESTACION
1120	224.640,821	3.189.318,198	591,632	EJE
45	224.625,087	3.189.301,158	592,124	BASE 23
46	224.621,894	3.189.297,210	592,156	BASE 24
3013	224.608,586	3.189.277,699	591,887	ESTACION
1125	224.617,728	3.189.291,628	592,222	EJE
1126	224.612,416	3.189.283,054	592,324	EJE
1127	224.609,959	3.189.279,323	592,431	EJE
1128	224.606,431	3.189.274,736	592,614	EJE
1130	224.595,417	3.189.258,377	593,150	EJE
1131	224.589,382	3.189.250,293	593,466	EJE
1132	224.583,661	3.189.242,349	593,800	EJE
1133	224.577,782	3.189.234,204	594,018	EJE
47	224.538,489	3.189.177,105	595,275	BASE 25
48	224.533,662	3.189.169,928	595,389	BASE 26
3014	224.477,870	3.189.089,265	596,201	ESTACION
49	224.470,969	3.189.077,313	597,067	BASE 27
50	224.467,992	3.189.073,827	597,112	BASE 28
1140	224.475,471	3.189.085,121	596,955	EJE
1141	224.472,746	3.189.080,285	597,050	EJE
1142	224.470,431	3.189.076,420	597,061	EJE
3015	224.439,750	3.189.040,279	596,690	ESTACION
1150	224.459,790	3.189.064,105	597,191	EJE
1151	224.445,074	3.189.046,079	597,270	EJE
1152	224.441,504	3.189.042,236	597,283	EJE
1153	224.437,624	3.189.038,972	597,374	EJE

Punto	Coordenadas UTM (REGCAN95)			Observaciones
	X	Y	Z	
1154	224.433,292	3.189.036,225	597,433	EJE
1155	224.427,928	3.189.033,720	597,464	EJE
51	224.430,182	3.189.034,687	597,434	BASE 29
52	224.425,905	3.189.033,011	597,503	BASE 30
3016	224.409,972	3.189.028,084	597,136	ESTACION
1160	224.421,451	3.189.031,397	597,602	EJE
1161	224.414,854	3.189.029,330	597,680	EJE
1162	224.391,308	3.189.023,513	598,048	EJE
1163	224.382,915	3.189.021,582	598,152	EJE
1164	224.342,147	3.189.011,803	598,835	EJE
1165	224.332,099	3.189.009,244	599,112	EJE
53	224.325,343	3.189.007,956	599,218	EJE
54	224.314,231	3.189.005,030	599,492	BASE 31
55	224.308,328	3.189.003,347	599,636	BASE 32
3017	224.267,007	3.188.992,663	599,609	ESTACION
1180	224.271,804	3.188.993,162	600,152	EJE
1181	224.269,202	3.188.992,745	600,191	EJE
1182	224.266,550	3.188.993,016	600,255	EJE
1183	224.265,075	3.188.993,612	600,262	EJE
1184	224.263,906	3.188.994,170	600,277	EJE
1185	224.259,636	3.188.996,730	600,320	EJE
1190	224.222,291	3.189.020,072	600,955	EJE
56	224.132,229	3.189.075,300	602,149	BASE 33
57	224.126,268	3.189.078,561	602,185	BASE 34
3018	224.074,682	3.189.105,284	602,098	ESTACION
58	223.917,396	3.189.189,530	603,171	EJE
59	223.821,416	3.189.240,649	603,423	BASE 35
60	223.816,329	3.189.243,169	603,402	BASE 36
3019	223.812,405	3.189.244,170	602,883	ESTACION
1200	223.814,662	3.189.243,811	603,471	EJE
1201	223.813,687	3.189.243,989	603,477	EJE
61	223.801,667	3.189.243,933	603,446	BASE 37
62	223.794,374	3.189.242,902	603,438	BASE 38
3020	223.790,438	3.189.242,139	602,948	ESTACION
63	223.639,673	3.189.210,961	604,001	BASE 39
64	223.633,580	3.189.209,493	604,045	BASE 40
3021	223.616,985	3.189.205,265	603,386	ESTACION

Punto	Coordenadas UTM (REGCAN95)			Observaciones
	X	Y	Z	
1210	223.564,988	3.189.192,828	604,250	EJE
65	223.440,897	3.189.162,266	605,022	EJE
66	223.107,632	3.189.081,476	606,600	BASE 41
67	223.105,243	3.189.080,684	606,648	BASE 42
3022	223.103,500	3.189.078,792	606,067	ESTACION
68	223.068,964	3.189.022,213	607,128	BASE 43
69	223.066,634	3.189.019,202	607,186	BASE 44
3023	223.025,319	3.188.967,487	607,274	ESTACION
70	223.016,399	3.188.954,832	608,065	EJE
71	222.806,582	3.188.670,580	611,055	EJE
72	222.810,874	3.188.676,897	611,081	BASE 45
73	222.807,407	3.188.671,885	611,097	BASE 46
3024	222.768,987	3.188.619,321	610,721	ESTACION
74	222.804,621	3.188.667,521	611,101	EJE
75	222.801,471	3.188.663,149	611,089	EJE
76	222.754,224	3.188.599,449	611,817	EJE
77	222.719,267	3.188.553,430	612,453	EJE
78	222.629,405	3.188.433,556	614,292	BASE 47
79	222.624,383	3.188.426,742	614,361	BASE 48
3025	222.551,300	3.188.329,026	615,097	ESTACION
80	222.396,974	3.188.123,326	618,405	BASE 49
81	222.390,939	3.188.115,645	618,523	BASE 50
3026	222.354,339	3.188.066,559	619,340	ESTACION
82	222.297,459	3.187.991,024	621,386	BASE 51
83	222.295,266	3.187.988,207	621,451	BASE 52
2000	222.352,359	3.188.061,422	620,576	DIQUE
2001	222.351,851	3.188.061,346	621,182	DIQUE
2002	222.351,089	3.188.061,105	621,382	DIQUE
2003	222.350,604	3.188.061,379	621,714	DIQUE
2004	222.350,000	3.188.061,354	621,767	DIQUE
2005	222.349,461	3.188.061,724	621,667	DIQUE
2006	222.348,858	3.188.061,467	621,509	DIQUE
2007	222.348,600	3.188.061,166	621,025	DIQUE
2008	222.348,526	3.188.061,284	620,512	DIQUE
2009	222.348,140	3.188.060,543	620,539	DIQUE
2014	222.343,982	3.188.054,582	621,085	DIQUE
2015	222.343,971	3.188.054,508	621,592	DIQUE

Punto	Coordenadas UTM (REGCAN95)			Observaciones
	X	Y	Z	
2016	222.344,466	3.188.054,144	621,871	DIQUE
84	222.348,608	3.188.059,507	620,063	AGUA
85	222.342,647	3.188.050,713	619,811	AGUA
86	222.331,272	3.188.036,250	620,237	AGUA
87	222.292,421	3.187.985,426	621,552	EJE
3027	222.290,730	3.187.985,093	621,568	ESTACION
88	222.274,077	3.187.978,772	622,818	FINAL GALERÍA
89	222.280,080	3.187.981,372	623,626	AGUA
90	222.284,251	3.187.982,666	623,771	AGUA

Una vez procesados los datos obtenidos durante el levantamiento topográfico se genera la planta y el perfil longitudinal de la traza de la galería. En este último se puede observar que la galería no posee una pendiente constante a lo largo de toda su traza. La pendiente media es de aproximadamente el 0,92%. Las pendientes varían desde el 0,2% hasta el 1,13% en algunos tramos

En Los Llanos de Aridane, a 26 de febrero de 2026.



Fdo.: Rafael Lorenzo Rodríguez
Ingeniero Agrónomo
Colegiado nº 4.359



Inicio Galería Los Tocaderos
Coordenadas UTM (REGCAN95)
X: 225.932.999
Y: 3.192.026.629
Z: 564.243 m.s.n.m.

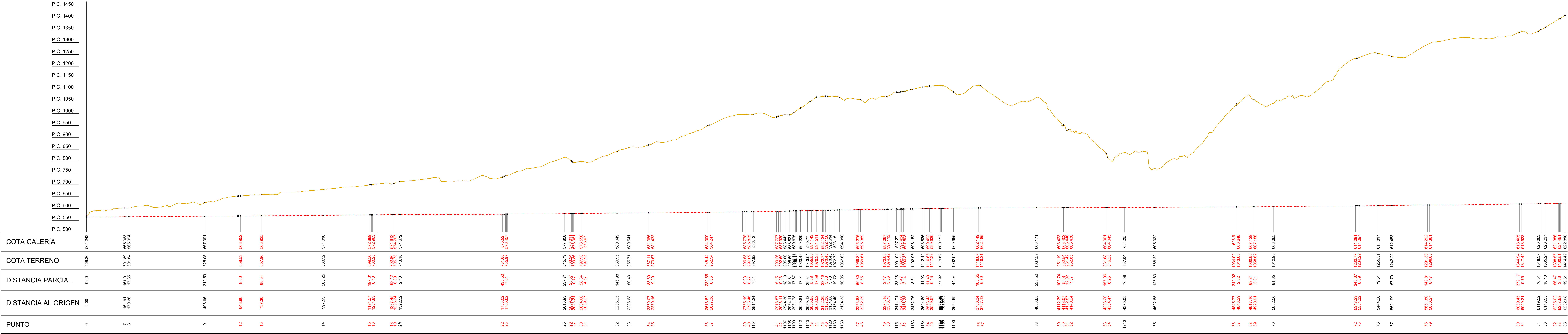
Barlovento

Laguna de Barlovento

Galería Los Tocaderos
Longitud = 6.232,15 m

Cortafuegos de Gallegos

Final Galería Los Tocaderos
Coordenadas UTM (REGCAN95)
X: 222.274.077
Y: 3.187.978.772
Z: 622.818 m.s.n.m.



**INSTALACIÓN DE UN CIERRE HIDRÁULICO PARA LA
REGULACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE AGUAS
SUBTERRÁNEAS EN LA GALERÍA “TOCADEROS”**

**COMUNIDAD DE AGUAS “UNIÓN DE CANALES DE
BARLOVENTO”**

TERMINO MUNICIPAL DE BARLOVENTO, ISLA DE LA PALMA

AGOSTO DE 2025

INFORME HIDROGEOLÓGICO

1. INTRODUCCIÓN

La galería “Tocaderos” de la Comunidad de Aguas “Unión de Canales de Barlovento” capta varios alumbramientos de aguas subterráneas a lo largo de su traza. Las aguas extraídas son canalizadas en el interior de la galería, y una vez alcanzan la bocamina se distribuyen en el término municipal de Barlovento para usos en su gran mayoría agrícolas.

Las necesidades de riego de los comuneros varían a lo largo del año, con máximos en el periodo estival y mínimos invernales, por lo que es posible que, si llega a sobrepasarse la capacidad total de embalse de que dispone la comunidad, parte del agua alumbrada se vierta antes de utilizarse durante el invierno. Por ello, se hace necesario, a los efectos de un mejor aprovechamiento de los caudales alumbrados, evaluar la posibilidad de regular los caudales de agua captados en la galería mediante cierres hidráulicos convenientemente situados, que permitan la salida del volumen de agua necesario en cada momento. La utilidad de la instalación de estos cierres en las galerías de La Palma y su adecuación a la planificación hidrológica insular está contemplada en el artículo 247 de la Normativa del vigente Plan Hidrológico de la Demarcación Hidráulica de La Palma (Ciclo de Planificación 2021-2027), que establece la obligatoriedad de una gestión adecuada de las infraestructuras de captación de aguas subterráneas de la isla por parte de los titulares de las mismas.

Este informe se redacta a petición de la Comunidad de Aguas “Unión de Canales de Barlovento”. Su objeto es estudiar las características hidrogeológicas de la galería “Tocaderos” y del acuífero que explota para evaluar las posibilidades de instalar un cierre hidráulico en el interior de la galería, determinar la posición y características de tal instalación y evaluar su posible rendimiento. Para su elaboración se han utilizado los datos obtenidos en dos visitas técnicas realizadas a la galería los días 29/10/2024 y 08/04/2025. También se han utilizado los datos técnicos contenidos en diversos informes realizados por la dirección facultativa de la captación, la ingeniera de minas Dña. Pilar García Alonso, e informes hidrogeológicos previos realizados por T. Bravo y J. Coello en 1976 y 1985. Entre la documentación consultada hay que citar diferentes trabajos de investigación geológica e hidrogeológica de la zona, los sucesivos documentos de planificación hidrológica insular y otros documentos y estudios realizados por la administración.

Los resultados y conclusiones del estudio realizado se exponen a continuación.

2. SITUACIÓN Y DATOS GENERALES DE LA GALERÍA

La galería “Tocaderos” (código BV0019G1) está emboquillada en la margen izquierda del Barranco del Salto, en las inmediaciones del núcleo urbano de Barlovento, término municipal de Barlovento, en un punto de coordenadas UTM X: 225934; Y: 3192030, a la cota de Z=575 m.

La galería tiene una traza principal de 6304 m de longitud autorizada y presumiblemente ejecutada, aunque solo puede visitarse en la actualidad hasta un punto situado a los 6170 m de bocamina, donde los escombros de un gran derrumbe cierran la galería a sección completa e impiden el acceso a su tramo más profundo. Esta traza tiene diversos rumbos, aunque el rumbo general es hacia el SO, en dirección a los subsuelos del Barranco del Adenero, t.m. de Barlovento. La carga o montera en el frente de la galería principal (suponiendo una pendiente de 7‰ para la misma) es de unos 800 m. También se perforaron varios ramales de diversas longitudes y rumbos en ambos hastiales de la traza principal, a 165 m, 178 m, 639 m, 1218 m –3 ramales en ese punto–, 1315 m, 1765 m y posiblemente a 6147 m de bocamina. Muchos de estos ramales no pueden visitarse pues están tapiados desde su inicio.

3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA DE LA GALERÍA. RASGOS GENERALES

La traza principal de la galería “Tocaderos” atraviesa sucesivamente terrenos pertenecientes a los tres grandes edificios volcánicos que constituyen la parte N de la isla de La Palma. Ordenados de menor a mayor profundidad en el subsuelo, y de menor a mayor edad geológica, estos son el Edificio Taburiente, el Edificio Garafía y el Complejo Basal. En la **Figura 1** se incluye un mapa geológico simplificado de la isla de La Palma en la que se representa la extensión superficial de estos edificios.

El Complejo Basal es un edificio volcánico, en gran parte submarino, levantado hasta su actual posición, a cientos de metros sobre el nivel del mar, por el empuje de intrusiones magmáticas y procesos tectónicos. Está formado por materiales volcánicos emitidos en erupciones submarinas (lavas almohadilladas, brechas e hialoclastitas de composición tanto máfica y ultramáfica como félsica), y por potentes acumulaciones de aglomerados o brechas volcánicas (materiales de origen muy diverso formados por clastos o fragmentos de rocas volcánicas). Todas estos materiales están atravesados por grandes cuerpos de rocas plutónicas granudas (fundamentalmente gabros, pero también rocas ultramáficas y félsicas), resultantes de la lenta cristalización y solidificación del magma en cámaras profundas.

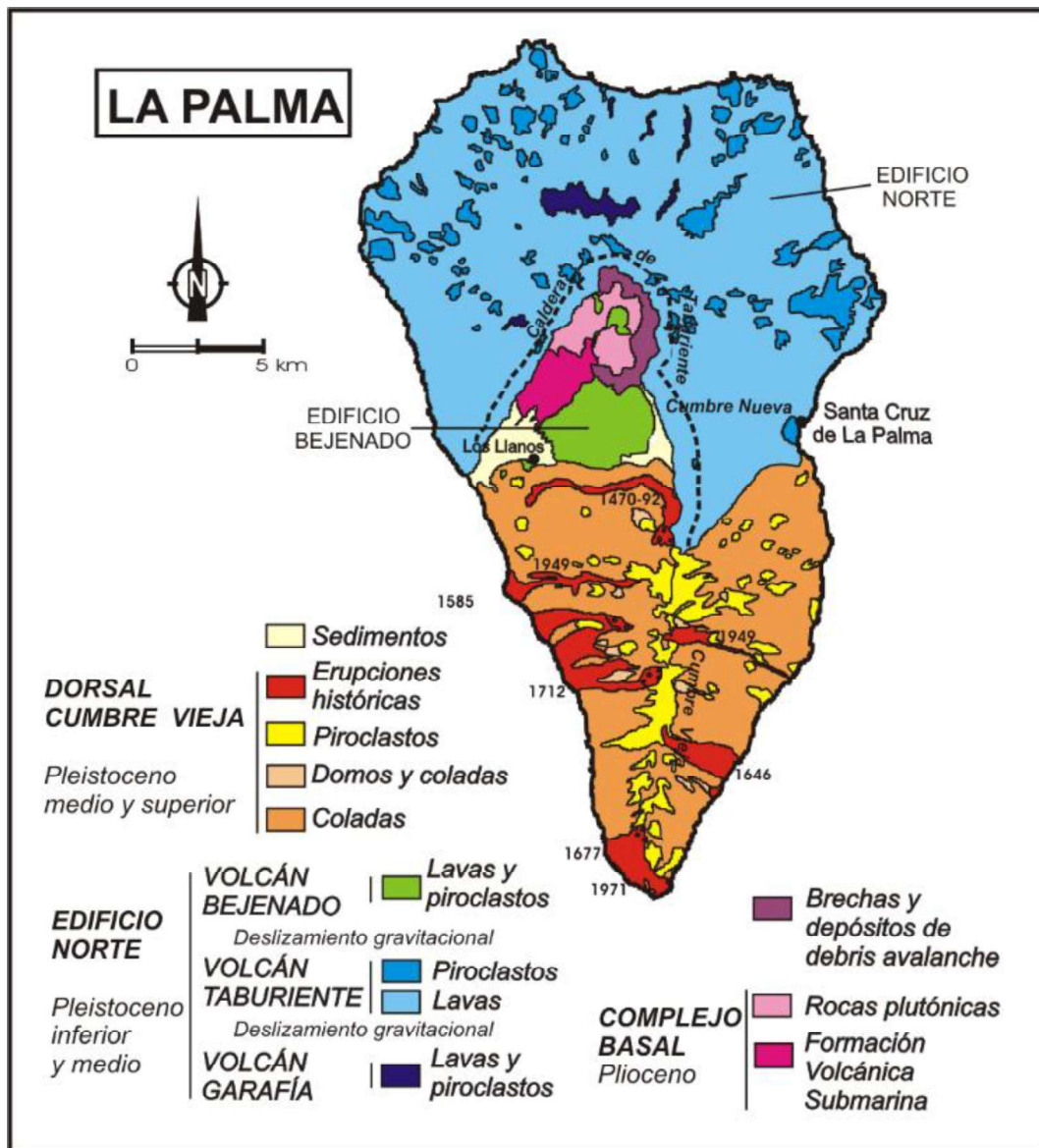


Figura 1. Mapa geológico de La Palma con la distribución y áreas de afloramiento de los distintos edificios volcánicos que forman la isla.

A su vez, todos los materiales anteriores están atravesados por millares de diques de emisión, en su mayoría máficos y en menor proporción félsicos, que forman una malla filoniana extraordinariamente densa. Cada dique es un cuerpo tabular de roca masiva y compacta, originado por la solidificación de la lava en el interior una antigua fisura en el subsuelo. Estos diques han fracturado, y en algunos puntos casi hecho desaparecer, a la roca encajante. Por último, todo el conjunto está afectado en mayor o menor grado por una alteración de tipo hidrotermal de baja temperatura, que proporciona a las rocas del Complejo Basal un color verdoso característico. El elevado grado de alteración y fracturación de las rocas del Complejo Basal, junto con la existencia de arcillas plásticas

en las grietas, origina importantes desplomes en las perforaciones horizontales que las atraviesan, por lo que con frecuencia es necesario fortificarlas.

Los materiales del Complejo Basal, datados en el Mioceno Superior-Plioceno, solo afloran en superficie en el fondo de la Caldera de Taburiente. El techo del edificio, cortado por la pared de la caldera, alcanza cotas de unos 1000 m s.n.m. en el S de la depresión, y asciende progresivamente hasta los 1600 m en la pared N. Aunque no aflora en superficie en los terrenos periféricos a la caldera, la topografía del Complejo Basal en los subsuelos del N de la isla, donde se emplaza la captación objeto de estudio, se ha reconstruido aproximadamente a partir de su presencia en los tramos frontales de numerosas galerías. Se ha determinado así que su forma es aproximadamente la de una cúpula, truncada en su porción central por la Caldera de Taburiente. La pendiente media de los flancos externos de la cúpula es de unos 10-15°. Esta inclinación hacia el mar del techo del Complejo Basal es similar a la pendiente media de las actuales laderas de la periferia de la caldera, pero, al igual que ellas, muestra frecuentes irregularidades locales producidas por la presencia de antiguos barrancos e interfluvios excavados en él.

Desde el punto de vista hidrogeológico, los materiales del Complejo Basal se pueden considerar en su conjunto como de una gran compacidad e impermeabilidad. Las aguas sólo pueden infiltrarse en él a través de grietas o fracturas abiertas, asociadas en muchas ocasiones a los diques de emisión más modernos, que en parte aparecen rellenas por materiales arcillosos y cerrándose cada vez más en profundidad. En consecuencia, este edificio constituye el zócalo impermeable de la parte N de la isla.

El Complejo Basal está parcialmente cubierto por los materiales de un edificio volcánico subaéreo que creció sobre él, llamado Edificio Garafia, un gran volcán en escudo construido por múltiples erupciones que tuvieron lugar entre 1,72 y 1,21 millones de años antes del presente. En la base de este edificio, apoyada directamente sobre los materiales del Complejo Basal, se dispone una brecha volcánica poligénica, es decir, un material formado por fragmentos de rocas volcánicas de tipos y procedencias muy diversas, de un tamaño que alcanza los 2 m de diámetro como máximo, englobados en una matriz arenosa/limosa que muestra un grado de compactación variable. En el N de La Palma, esta formación aparece en las galerías que atraviesan los subsuelos profundos del área situada al O del Barranco de Gallegos, en los términos municipales de Barlovento y Garafia. Los datos disponibles no permiten asegurar que la formación se extienda a los subsuelos del t.m. de Barlovento al E del Barranco de Gallegos, aunque brechas de aspecto similar pero de posición estratigráfica incierta afloran en superficie en el sector de los nacientes de Marcos. La formación se comporta en parte como una capa impermeable, si bien, como se explicará más adelante, sus propiedades hidrogeológicas no son uniformes.

El edificio Garafía está formado por escasas capas de piroclastos y numerosas coladas de lava subaéreas, de composición mayoritariamente basáltica (en este informe el término basalto o basáltico se usa en sentido amplio y engloba no solo basaltos *sensu stricto*, sino también rocas de similar quimismo como basanitas y tefritas). La morfología de estas coladas es de dos tipos: “aa” (coladas que presentan la base y el techo formados por brechas autoclásticas de fragmentos irregulares de lava, y la zona interna o central por roca masiva y fracturada) y “pahoe-hoe” (coladas masivas delgadas, sin brechas de lava, que se apilan unas sobre otras formando paquetes de gran espesor). La proporción de ambos tipos morfológicos en el edificio es similar. Las lavas “aa” del Edificio Garafía presentan generalmente espesor individual reducido (<2 m). El espesor máximo de esta formación volcánica en los subsuelos del norte de la isla es de unos 400 m.

Las lavas del Edificio Garafía, que afloran en superficie en el fondo de los tramos medios-altos de los barrancos más profundos del N de la isla, entre el Barranco de las Grajas al O y el de La Mejorana (Marcos) al E, presentan una compactación y grado de alteración moderados, que aumenta progresivamente en profundidad, es decir, hacia el frente de labores de las galerías. Sus zonas brechoides autoclásticas aparecen algo cerradas, con rellenos secundarios de arcillas y óxidos, y las zonas masivas pueden aparecer algo disgregadas (arenitizadas) por alteración. A pesar de ello, mantienen una permeabilidad de alta a moderada, aunque las observaciones realizadas en diversas galerías indican que en los niveles más bajos y antiguos del edificio este parámetro puede disminuir hasta valores límite por debajo de los cuales ya no es posible la obtención de alumbramientos significativos.

Sobre los materiales del Edificio Garafía se disponen los de un tercer edificio volcánico, denominado Edificio Taburiente, que creció sobre el anterior, recubriéndolo. Se trata también de un escudo basáltico subaéreo, de edad algo menor (1,12 – 0,45 millones de años). Las rocas que forman este edificio volcánico afloran en el tramo superior de la pared y en las vertientes exteriores de la Caldera de Taburiente. Forman la mayor parte de los terrenos del sector N de isla de La Palma.

El Edificio Taburiente está formado por un apilamiento de coladas de lava y capas de piroclastos de composición mayoritariamente basáltica, aunque hay también algunos traquibasaltos, fonotefritas y tefrifonolitas. El espesor máximo de este apilamiento, que se registra en los terrenos situados al NE y NO de la Caldera de Taburiente, es algo mayor de 1000 m. Las coladas de lava “aa” del Edificio Taburiente presentan numerosas fracturas y zonas brechoides abiertas. En general, las capas piroclásticas conservan también, al menos en parte, su porosidad, en especial las que no sufrieron procesos de soldadura o aglutinación durante su emplazamiento, y las situadas a techo del edificio,

que no han sido sometidas a una gran compactación. Por estos motivos, los materiales del Edificio Taburiente, en mayor grado que los del Edificio Garafía, son en conjunto permeables y permiten el almacenamiento y circulación de las aguas subterráneas.

El buzamiento o inclinación de las capas de lava y piroclastos de los edificios Garafía y Taburiente se adapta al relieve en forma de cúpula del Complejo Basal, por lo que es periclinal, siempre hacia el exterior de la Caldera de Taburiente. Estas capas, incluyendo la brecha poligénica que se dispone en la base del primer edificio, están atravesadas por una red de diques basálticos, considerablemente más densa en el primer edificio que en el segundo, pero siempre en número notablemente inferior a los que atraviesan el Complejo Basal.

4. GEOLOGÍA DE LA TRAZA PRINCIPAL DE LA GALERÍA

En este apartado se describe la geología de la traza principal de la galería “Tocaderos” desde el frente hasta la bocamina. El Complejo Basal es atravesado por la traza principal a partir de los 6130 m hasta un punto situado a los 6170 m de bocamina. Es posible que a partir de ese punto todo el tramo hasta el frente de la galería esté excavado en los materiales del Complejo Basal. Sin embargo, también es posible que en una parte de este tramo se atraviesen las brechas líticas poligénicas situadas sobre el Complejo Basal que se describen a continuación. Este extremo no ha podido comprobarse ya que, como se ha indicado, los escombros de un gran derrumbe registrado a los 6170 m, en los materiales caedizos del Complejo Basal, impiden el acceso al frente.

Los materiales del Complejo Basal aparecen en la galería en su mayoría fragmentados y armados por multitud de diques, a favor de cuyos bordes se emplazan numerosas fallas con espejos y estrías de falla. Sin embargo, en 6130 m la roca encajante de los diques no está fragmentada y es posible reconocer su naturaleza, lavas almohadilladas (*pillow lavas*) de basaltos olivínico-augíticos muy porfídicos. Estas lavas submarinas aparecen formando capas elevadas e inclinadas hacia el N por procesos intrusivos o tectónicos y están afectadas por una alteración hidrotermal penetrante que les confiere un color amarillo-verdoso.

Sobre el Complejo Basal, en el tramo 6130 m – 5915 m, la traza principal de la galería atraviesa la brecha poligénica de la base del Edificio Garafía. Es un depósito masivo, poligénico y matriz-soportado, formado por fragmentos centimétricos a métricos, angulosos a sub-redondeados, de rocas poco vacuolares (fragmentos de lavas masivas o diques) de diversos tipos de basaltos, englobados en abundante matriz arenosa-limosa. Esta matriz de grano fino es de color marrón y aparece bastante compactada. Sin embargo,

en algunos puntos (6085 m) el depósito presenta una menor proporción de matriz y una textura grano-soportada. La base del depósito es un plano neto de dirección N160-170°E y buzamiento 70-75°E (todos los rumbos se han medido con brújula de mano y se expresan en grados sexagesimales respecto al norte magnético) que corta a las *pillow lavas* y los diques del Complejo Basal (**Figura 2**).



Figura 2. Hastial izquierdo (entrando) de la traza principal de la galería a los 6130 m de bocamina. Plano basal de la brecha poligénica (material de color marrón a la izquierda de la fotografía) sobre el techo del Complejo Basal (materiales de color verdoso-amarillento a la derecha de la fotografía). El frente de la galería se halla a la derecha de la foto. El bolígrafo azul que sirve de escala mide 14,5 cm de longitud. Bajo él es visible una almohadilla de lava que forma parte de las lavas submarinas del Complejo Basal.

La litología del material y su gran espesor aparente apuntan a que podría tratarse de un depósito de avalancha rocosa masiva originado en un gran deslizamiento o colapso de flanco que afectó al Edificio Garafía y al Complejo Basal subyacente en los estadios iniciales de crecimiento del primer edificio. Este depósito de avalancha rocosa se ha identificado en otras galerías del N de la isla. Sin embargo, a falta de criterios genéticos claros, como estructuras de deformación bajo el plano basal y en el propio depósito, no puede descartarse totalmente que corresponda a una avalancha rocosa más pequeña o incluso a un flujo de escombros acuoso (*debris flow*), originado también en los primeros

estadios de crecimiento del Edificio Garafía y canalizado en un antiguo barranco de dirección aproximada similar a los cauces actuales (N-S), excavado en el Complejo Basal.

La brecha poligénica está armada por numerosos diques basálticos de direcciones variables, todos ellos acusadamente verticales y de espesor comprendido entre 0,5 y 2 m. Todos ellos aparecen enteros pero fracturados internamente. Entre 6060 m y 6052 m se atraviesan tres diques paralelos de dirección aproximada N40-50°E, similar al de la galería en este tramo, por lo que se cortan muy de punta (acusadamente paralelos a la traza). En 6051,50 m se corta un dique dirección N65-75°E, buzamiento 72°S y espesor 50-80 cm. En 6025 m se corta otro dique de dirección N50°E, buzamiento 90° y espesor 1 m.

Sobre la brecha poligénica, en el tramo 5915 m – 3400 m, la traza principal de la galería atraviesa materiales del Edificio Garafía formados por coladas basálticas “aa”, en general muy fragmentarias y vacuolares, con intercalaciones de piroclastos basálticos (conos de escorias enterrados) en los tramos 4900 m – 4800 m y 4400 m – 4300 m. Las brechas autoclásticas de lava de estas coladas aparecen alteradas pero todavía presentan una textura bastante abierta (grano-soportada). El contacto entre el techo de la brecha poligénica y la secuencia de coladas del Edificio Garafía en 5915 m es erosivo-deposicional y buza unos 30° hacia bocamina (hacia el N). Estas coladas buzan hacia la bocamina con ángulos de entre 15 y 30°.

La densidad de diques basálticos que arman estos terrenos es considerable, aproximadamente 5-7 de media cada 100 m lineales de galería. El rumbo de estos diques está comprendido entre N-S (N0°E) y N50°E, con dos rumbos más frecuentes: N15-20°E y N40-50°E. Son en su gran mayoría verticales o sub-verticales, y cuando afloran en superficie muestran continuidades laterales (medidas según su dirección) de centenares e incluso miles de metros. El espesor de los diques está comprendido entre 0,3 y 4,5 m, siendo el más frecuente de 0,5-1,5 m. En los terrenos más próximos a la base de la secuencia de materiales del Edificio Garafía en la galería, la traza principal atraviesa principalmente diques de dirección N15-20°E, como los cortados a los 5550 m y 5454 m de bocamina.

Sobre los materiales del Edificio Garafía, en el tramo 3400 m – 0 m (bocamina), la traza principal de la galería atraviesa los materiales del Edificio Taburiente, formados por coladas “aa” de basaltos porfídicos olivínico-augíticos y afaníticos, con brechas de lava autoclásticas bastante más abiertas que las de las coladas del edificio anterior. Entre ellas aparecen intercalaciones de piroclastos basálticos en los tramos 3400 m – 3200 m (cono de escorias enterrado), 1976 m – 1952 m, 282 m – 170 m (cono de escorias enterrado) y 68 m – 32 m. En el tramo 3400 m – 1500 m estos materiales se disponen

buzando hacia bocamina en para-conformidad con los del Edificio Garafía subyacentes, por lo que el tránsito entre los dos edificios es muy difícil de localizar de forma precisa en la traza de la galería sin datos y análisis geológicos más detallados; la posición del contacto proporcionada en este informe debe entenderse pues como una estimación. En el tramo 1500-0 m se disponen horizontalmente o con ligeros buzamientos hacia el frente (hacia el S).

La densidad de la malla filoniana que arma en los materiales del Edificio Taburiente es considerablemente menor. La traza principal de la galería corta diques basálticos en 2850 m, 2800 m, 2400 m, 2350 m y 1550 m. En este último punto se localiza un dique vertical de dirección N-S que es el primero cortado en el avance de la galería de todos los reconocidos en la misma. Los diques que atraviesan el edificio Taburiente son verticales y sub-verticales y tienen los mismos rumbos que los que arman en los materiales anteriores.

La secuencia de terrenos atravesados por la traza principal de la galería se resume en la **Tabla 1**.

Galería	<i>EDIFICIO TABURIENTE</i>	<i>EDIFICIO GARAFÍA</i>	<i>BRECHA POLIGÉNICA</i>	<i>COMPLEJO BASAL</i>
Tocaderos	0 m – 3400 m	3400 m – 5915 m	5915 m – 6130 m ⁽¹⁾	6130 m – 6170 m ⁽²⁾

⁽¹⁾ Es posible que esta formación se corte también en el tramo frontal no visitado

⁽²⁾ El frente se halla presumiblemente a 6304 m (límite de las obras autorizadas)

Tabla 1. Tramos ocupados por las distintas formaciones geológicas atravesadas por la traza principal de la galería “Tocaderos”. Las longitudes se expresan en metros desde la bocamina.

5. HIDROGEOLOGÍA DE LA GALERÍA. ACUÍFERO EXPLOTADO Y ALUMBRAMIENTOS OBTENIDOS

La galería “Tocaderos” alumbrá aguas subterráneas del denominado Acuífero de las Vertientes, que forma parte de la masa de agua ES70LP001 Insular-Vertientes. Este acuífero libre se sitúa en posición periférica a la Caldera de Taburiente. En él, las aguas subterráneas circulan en dirección radial desde el borde de la caldera hacia la línea de costa más cercana, sobre los materiales impermeables del Complejo Basal, inclinados hacia el mar (**Figura 3**).

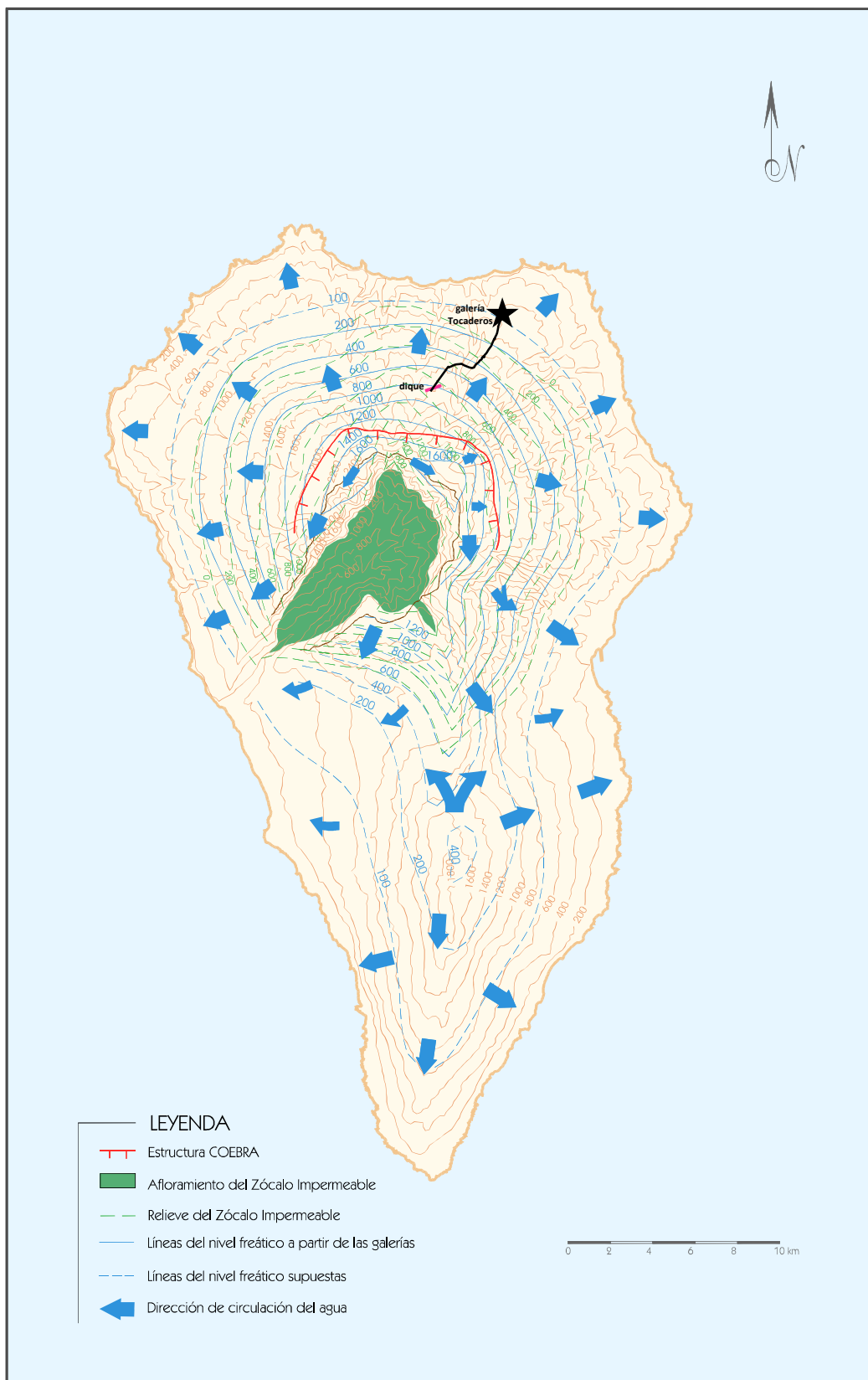


Figura 3. Isopiezas y direcciones preferentes de circulación del agua subterránea en La Palma. La estrella y la línea señalan la posición de la bocamina y la traza de la galería “Tocaderos”. Modificado del Plano IV.8.- Circulación del agua subterránea de la Memoria del Plan Hidrológico Insular de La Palma (2001).

En este sector de la isla, el Acuífero de las Vertientes está constituido por la brecha poligénica y las lavas permeables del Edificio Garafía. El caudal que extrae de este acuífero y aprovecha la galería en la actualidad es de 6,67 l/s (50 pp/h).

La posición local de la superficie freática del Acuífero de las Vertientes en el subsuelo está influenciada por diversos factores, como la pluviometría, la permeabilidad de la secuencia de materiales del Edificio Garafía y la posición y geometría del techo del Complejo Basal o zócalo impermeable. En la galería “Tocaderos”, el techo del Complejo Basal se halla, como se ha indicado, a 6130 m de bocamina en la traza principal. Los alumbramientos principales visitables de la galería se producen sobre el mismo, en el tramo 6085 m – 6024 m. En este último punto un tomadero recoge el agua alumbrada que corre por la solera y la canaliza en una tubería de PVC $\phi 250$ mm PN6 hasta la bocamina. La superficie freática virtual del Acuífero de las Vertientes debe situarse en las proximidades de este punto (6024 m). Todos estos nacientes manan dentro de la brecha poligénica que se dispone sobre el Complejo Basal y toman la forma de chorros y goteos de techo y agua de repisa. El comportamiento hidrogeológico de la brecha poligénica es notablemente heterogéneo. En algunos puntos se comporta como una capa de baja permeabilidad. En otros puntos, sin embargo, lo hace como una capa permeable; esta permeabilidad está ligada a las zonas del depósito más pobre en matriz fina, donde presenta una textura grano-soportada.

Sin embargo, el caudal alumbrado dentro de la brecha poligénica es solo aproximadamente la mitad (unas 25-27 pp/h) del caudal total aprovechado en bocamina. El resto del caudal (unas 23-25 pp/h) se alumbra en el tramo 6130 m – frente de la galería, supuestamente dentro de los materiales del Complejo Basal que forman el zócalo impermeable. Así, en 6148 m se observa un caudal aproximado de 8 pp/h que mana de la base de un archete en el hastial izquierdo (entrando) de la traza principal. Un caudal adicional de unas 15 pp/h se alumbra en el tramo frontal de la galería detrás del derrumbe que impide el paso a los 6170 m. Este caudal mana bajo los escombros del derrumbe. Puesto que estos alumbramientos no son directamente observables, no pueden precisarse sus características. Sin embargo, su proximidad al techo del Complejo Basal permite establecer dos opciones más probables para explicar su ocurrencia. La primera es que estén asociados a grietas o fallas abiertas que, como se indicó en el apartado 3, son relativamente comunes en los terrenos más superficiales del Complejo Basal. La segunda es que las irregularidades del techo de esta formación provoquen que la galería vuelva a atravesarlo en el tramo no visitable y corte de nuevo la brecha poligénica, donde se producen los alumbramientos anteriormente descritos y donde se producirían también los alumbramientos no visitables. Como hemos visto, el techo del Complejo Basal tiene un rumbo de N160-170°E y buzamiento 70-75°E en 6130 m. Si esta orientación se mantiene en los terrenos situados más hacia el frente de la galería, un posible ramal no visible

emboquillado a los 6148 m, donde se produce el alumbramiento detrás de la fortificación, podría atravesar el techo del Complejo Basal y perforar de nuevo la brecha poligénica a pocos metros de su arranque.

En la **Tabla 2** se resumen las características hidrogeológicas más importantes de la traza principal de la galería. Para calcular la longitud del tramo saturado se ha considerado que el Complejo Basal actúa como zócalo impermeable y por tanto no se incluye en dicho tramo. Según la estimación de la posición de la superficie freática realizada a partir de la posición y características de los alumbramientos de la galería, la longitud del tramo saturado de la traza principal es escasa, unos 100 m lineales.

Galería	Caudal total (L/s)	Posición superficie freática (m desde bocamina)	Longitud tramo saturado (m)	Alumbramientos Edificio Garafía (L/s)	Alumbramientos brecha poligénica (L/s)	Alumbramientos Complejo Basal (L/s)
Tocaderos	6,67	6024	106	0,0	3,6	3,07

⁽¹⁾ Estos alumbramientos no son observables. Pueden producirse en grietas y fallas abiertas dentro del Complejo Basal o en la brecha poligénica cortada de nuevo por la galería en el tramo frontal y posibles ramales no visitables.

Tabla 2. Aprovechamientos, parámetros geométricos esquemáticos del acuífero y distribución de los alumbramientos obtenidos en la traza principal de la galería.

6. EMPLAZAMIENTO DEL CIERRE HIDRÁULICO

Otro factor muy importante que condiciona la posición local de la superficie freática del Acuífero de las Vertientes es la geometría y densidad de la malla filoniana. De hecho, este factor es el más importante a la hora de determinar el emplazamiento y efectividad de un posible cierre hidráulico. La finalidad de estas instalaciones es restituir en lo posible la integridad de formaciones o estructuras geológicas de escasa permeabilidad que represaban el agua en el subsuelo antes de ser atravesados durante la perforación. Mediante la construcción de un cierre no solo se pretende recuperar el nivel original de la superficie freática, almacenando provisionalmente agua subterránea tras dicha estructura, sino también graduar la salida de ese caudal con las llaves y válvulas instaladas en sus conducciones de desagüe, regulando así el aprovechamiento. Pues bien, en La Palma y otras islas oceánicas, las únicas estructuras geológicas que se han probado adecuadas para tal fin son los diques volcánicos.

Como se ha indicado, tanto la brecha poligénica como los materiales de los edificios Garafía y Taburiente son atravesados en la galería por un gran número de diques verticales y subverticales, que aparecen enteros, aunque fracturados internamente y presentan en superficie continuidades laterales considerables. La capacidad potencial de

estos cuerpos tabulares de roca para retener el agua subterránea que circula en el subsuelo, dentro de los materiales permeables de los citados edificios, es elevada. Sin embargo, el rumbo predominante de estos diques (N-S a N50°E) es sensiblemente paralelo al del movimiento del agua subterránea en la zona (hacia el NE), deducido de la geometría de las isopiezas en este sector del Acuífero de las Vertientes (**Figura 3**). Debido a esto, la gran mayoría de los diques de la galería no producen ese efecto de retención y se limitan a canalizar el flujo subterráneo en diferentes vías descendentes en sentido cumbre-mar. Al no retener agua, la superficie freática apenas sufre una elevación tras estos diques, por lo que los alumbramientos que se registran al atravesarlos, aunque pueden tener un volumen inicial importante, pronto merman hasta caudales mucho más reducidos.

Los diques verticales que presentan rumbos más oblicuos a la dirección principal del flujo subterráneo sí pueden producir un efecto barrera apreciable en dicho flujo. Por ese motivo, la superficie freática del acuífero puede experimentar una elevación considerable tras ellos, y en consecuencia aumenta el espesor saturado y la cuantía y persistencia de los alumbramientos. Sin embargo, los diques que siguen tales rumbos son especialmente escasos en la galería estudiada, en la que solo pudo reconocerse uno de ellos durante las dos visitas técnicas efectuadas. Este dique es el que se corta a los 6051,50 m de bocamina en el hastial izquierdo de la traza principal (**Figura 4**). Como se indicó en el apartado 4, tiene una dirección N65-75°E y buzamiento 72°S. El rumbo del dique se aproxima bastante al de la traza, por lo que aparece de punta. En el hastial derecho (entrando) se corta a los 6059,65 m. Se trata de un dique de basanita o basalto olivínico-augítico muy porfídico. Su espesor es de 50-80 cm. La masa rocosa del dique aparece fresca y compacta, aunque está afectado internamente por fracturas sub-horizontales y sub-verticales que producen una disyunción prismática, a favor de la cual se producen algunos goteríos de caudal inapreciable. A falta de los trabajos de excavación, saneo y limpieza, parece entero y con buena capacidad de retención del flujo subterráneo.

Este dique arma en la brecha poligénica e inmediatamente tras él se producen los alumbramientos principales de la galería, incluyendo la mayor parte del agua de repisa y de techo que se alumbra en dicha formación. Esto sugiere que supone una barrera eficaz al flujo local y por tanto es capaz de almacenar un volumen significativo de agua subterránea y producir una elevación apreciable del nivel freático, una vez restituida su integridad mediante un cierre.



Figura 4. Dique cortado por la traza principal de la galería a los 6051,50m en el hastial izquierdo (entrando) y a los 6059,65 m en el hastial derecho. La vista corresponde a su afloramiento en el hastial derecho. El frente de la galería se halla hacia el interior de la fotografía. El bolígrafo azul que sirve de escala mide 14,5 cm de longitud. Se observa corriendo por la solera el caudal captado en diversos alumbramientos detrás del dique. Este caudal es el que se pretende regular con el cierre propuesto.

La inspección de la galería no ha permitido reconocer ningún otro dique cuyas características le permitan causar un efecto hidráulico de similar magnitud. Por ello, se considera que el dique atravesado por la traza principal de la galería entre los 6051,50 m y los 6059,65 m es la única opción existente para la instalación de un cierre en la galería.

7. CONDICIONANTES DEL CIERRE PROPUESTO

Dadas las características y circunstancias hidrogeológicas tan heterogéneas de las formaciones y terrenos volcánicos, existe siempre *a priori* un alto grado de incertidumbre respecto a la capacidad de regulación y embalsamiento de un cierre hidráulico, incluso en el supuesto de que su estanqueidad sea la idónea. En el caso que nos ocupa, estas incertidumbres están asociadas a varios factores que se indican a continuación.

El primero de ellos es la geometría local del techo del zócalo impermeable (del Complejo Basal), que coincide con la base de la brecha poligénica. El origen y naturaleza

geológica de esta superficie (plano basal de un gran deslizamiento o antigua superficie erosiva que formaba la pared de un barranco) no puede discernirse con los datos disponibles, pero su forma podría llegar a ser muy compleja en los subsuelos próximos a la galería. El segundo es la geometría, también posiblemente compleja, de la brecha poligénica situada encima del Complejo Basal, y la gran heterogeneidad que presenta su permeabilidad. Estos factores inciden en la forma, tamaño y permeabilidad del reservorio situado tras el dique a restituir, reservorio que estaría constituido por la brecha poligénica y las coladas del Edificio Garafía situadas encima de la misma, y por lo tanto en el volumen de agua subterránea que es capaz de almacenar temporalmente el dique.

El tercer factor de incertidumbre está causado por la geometría local de la malla filoniana en las proximidades del cierre propuesto. Como se ha indicado, el resto de diques que arman en la brecha poligénica y las coladas del Edificio Garafía en las proximidades del dique a restituir tienen un rumbo muy similar o prácticamente coincidente con la dirección principal de flujo del agua subterránea, que se verifica hacia el NE. Esto produce un efecto de compartimentación longitudinal (paralela) de dicho flujo, que puede limitar el volumen total del reservorio capaz de ser drenado al abrir el cierre. Por otro lado, la dirección del dique a restituir no es completamente transversal a la dirección principal de flujo subterráneo (**Figura 3**). Esto puede suponer que el caudal que circula tras el dique no sea completamente retenido por el mismo, sino que sea simplemente desviado hacia el E en su flujo. Tal efecto podría reducir mucho el volumen de agua a embalsar y la elevación del nivel freático tras el cierre, aunque la ya comentada compartimentación longitudinal del acuífero inducida por el resto de diques hace menos probable esta circunstancia.

La escasa longitud del tramo saturado de la galería y el pequeño-moderado caudal alumbrado en la actualidad hacen suponer que en principio tanto el volumen embalsado temporalmente tras el cierre como la elevación del nivel freático serán en el mejor de los casos moderados. Ello significa que podría esperarse una elevación de la superficie freática tras el cierre de varias decenas de metros como máximo. También podría esperarse que, tras alcanzar su nivel máximo, al abrir el cierre pueda extraerse un caudal superior al doble del actualmente alumbrado durante un periodo de una o dos semanas a lo sumo. Sin embargo, los factores apuntados, junto con la ausencia de datos sobre el caudal inicial de los alumbramientos obtenidos tras el dique a restituir, convierten en muy incierta cualquier estimación sobre el volumen de agua que podría embalsar el cierre propuesto y sobre la posible magnitud de la elevación del nivel freático tras el mismo.

El cierre propuesto no podrá regular todo el caudal aprovechado en la bocamina de la galería, ya una pequeña fracción de dicho caudal se alumbrará delante del dique a restituir. Estos alumbramientos no regulables consisten en primer lugar en agua de repisa

que nace dentro de la brecha poligénica en el tramo 6051 m – 6024 m. A este caudal hay que añadir el de goteríos de techo y hastiales de pequeña cuantía (caudal total unas 2-3 pp/h) que se registran en el tramo 6038 m – 6035 m y en 6032 m. Como se ha indicado, en el tomadero a 6024 m se recoge toda el agua alumbrada en la galería, que corre libre por la solera hasta ese punto. Debido a esta circunstancia, la cantidad de agua de repisa que se alumbraba en el tramo 6051 m – 6024 m no pudo ser estimada con cierta aproximación en las visitas realizadas, aunque en ningún caso sería superior a 10 pp/h. Por tanto, el caudal mínimo a regular con el cierre propuesto sería de unos 5,34 l/s, lo que supone al menos el 80% del caudal total aprovechado actualmente en la bocamina de la galería.

Si, una vez instalado el cierre propuesto, se considerase necesaria, y viable en términos de coste-beneficio, la regulación de la totalidad del caudal aprovechado, ésta podría abordarse construyendo un cierre complementario en el dique vertical que se corta a los 6025 m en la traza principal, justo detrás del tomadero citado. Sin embargo, debido a la dirección de este dique (N50°E), este cierre complementario probablemente se limitaría a impedir la salida del caudal alumbrado en el tramo 6051 m – 6025 m, sin apenas producir efecto de almacenamiento ni de elevación de la superficie freática.

Por último, la orientación del dique cortado a los 6051 m respecto a la traza de la galería implica que, para restituirlo completamente, será necesario construir un cierre hidráulico de tamaño considerable, como mínimo de 10 m de longitud, lo que supone un incremento en los costos de la obra y conlleva un riesgo adicional para la estanqueidad de la instalación. Durante las obras preparatorias de la construcción del cierre, consistentes en la excavación del terreno circundante y el saneo y limpieza del dique, deberán extremarse las precauciones para no producir fracturas o agrietamientos en el dique o el terreno circundante, por lo que no se usarán explosivos de ningún tipo.

8. CONCLUSIONES

A la vista de lo anterior, pueden establecerse las siguientes conclusiones:

- 1) El cierre hidráulico que se proyecta en la galería “Tocaderos” tiene como finalidad regular la extracción de agua del Acuífero de las Vertientes, que forma parte de la masa de agua ES70LP001 Insular-Vertientes, lo que redundará en una mejora en la gestión de los recursos hídricos de dicha masa.
- 2) De acuerdo con las condiciones hidrogeológicas de la galería que se derivan del presente estudio, la opción más conveniente para la instalación de un cierre

hidráulico es un dique basáltico de rumbo magnético N65-75°E y buzamiento 72°S, cortado por la traza principal de la galería entre dos puntos situados a los 6051,50 m (hastial izquierdo entrando) y los 6059,65 m (hastial derecho entrando) de bocamina.

- 3) La orientación y características de este dique lo hacen apto para almacenar temporalmente el agua subterránea que fluye y mana en la galería tras él, y por tanto para elevar la superficie freática una vez restituida su integridad mediante un cierre estanco. El presente estudio no ha identificado ningún posible emplazamiento alternativo a este dique.
- 4) El pequeño-moderado caudal de la galería y la escasa longitud de su tramo saturado apuntan a que tanto el volumen embalsado temporalmente tras el cierre propuesto como la elevación del nivel freático serán, en el mejor de los casos, moderados. Ello significa que podría esperarse una elevación de la superficie freática tras el cierre de varias decenas de metros como máximo. También podría esperarse que, tras alcanzar su nivel máximo, al abrir el cierre pueda extraerse un caudal superior al doble del actualmente alumbrado durante un periodo de una o dos semanas a lo sumo. Sin embargo, las incertidumbres causadas por la complejidad del sistema hidrogeológico en los alrededores del cierre, junto con la ausencia de datos sobre el caudal inicial de los alumbramientos obtenidos tras el dique a restituir, hacen imposible una estimación mínimamente realista sobre el volumen de agua que podría embalsar el cierre propuesto y sobre la posible magnitud de la elevación del nivel freático tras el mismo.
- 5) La orientación del dique elegido respecto a la traza de la galería implica que, para restituirlo completamente, será necesario construir un cierre hidráulico de considerables dimensiones, como mínimo de 10 m de longitud, lo que supone un incremento en los costos de la obra y conlleva riesgos adicionales para la estanqueidad de la instalación.
- 6) Durante las obras preparatorias de la construcción del cierre, consistentes en la excavación del terreno circundante y el saneo y limpieza del dique, deberán extremarse las precauciones para no producir fracturas o agrietamientos en el dique o el terreno circundante, por lo que no se usarán explosivos de ningún tipo.
- 7) El caudal mínimo a regular con el cierre propuesto se estima en unos 5,34 l/s, lo que supone al menos el 80% del caudal total aprovechado actualmente en la bocamina de la galería.

- 8) Si, una vez instalado el cierre propuesto y comprobado su correcto funcionamiento, se considerase necesaria, y viable en términos de coste-beneficio, la regulación del resto del caudal aprovechado por la galería, ésta podría abordarse construyendo un cierre complementario en un dique basáltico vertical que se corta a los 6025 m en la traza principal. Debido a la dirección de este dique (N50°E), este cierre complementario probablemente se limitaría a impedir la salida del caudal alumbrado en el tramo 6051 m – 6025 m de la traza principal, sin apenas producir efecto de almacenamiento ni de elevación de la superficie freática.

Puerto de la Cruz, a 25 de agosto de 2025.

Fdo: Juan Jesús Coello Bravo

Geólogo

**COELLO
BRAVO
JUAN JESUS
- 52822596Z**

Firmado
digitalmente por
COELLO BRAVO
JUAN JESUS -
52822596Z

Fecha: 2025.08.25
11:51:37 +01'00'