

Bases para la elaboración de una guía metodológica para la gestión del riesgo natural de inestabilidad de laderas y taludes de naturaleza volcánica en la Macaronesia

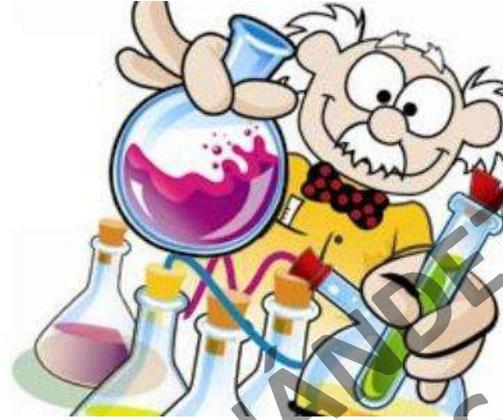
Jornadas de presentación del proyecto MACASTAB: Estabilidad de laderas y taludes en regiones volcánicas.



INSPECCIÓN Y ENSAYOS SOBRE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN CONTRA DESPRENDIMIENTOS INSTALADOS EN LA PLAYA DE LA ARENA EN LOS AÑOS 1999-2000.



ISRAEL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ. GEÓLOGO



ESTUDIO - PROYECTO

EJECUCIÓN OBRA

INSPECCIÓN,
MANTENIMIENTO Y
CONSERVACIÓN



ELEMENTOS DE PROTECCIÓN CONTRA DESPRENDIMIENTOS. COMPOSICIÓN METÁLICA.

DETERIORO GRADUAL = VIDA ÚTIL

CORROSIÓN: Dependiente de la composición del material y del ambiente de exposición



PUESTA EN SERVICIO:
Acumulación de material y/o impactos de material desprendido



VANDALISMO O SUSTRACCIÓN DE PIEZAS









EXCMO. AYUNTAMIENTO DE LA
CIUDAD DE TACORONTE

PROPUESTA DE TRABAJOS

- INSPECCIÓN VISUAL DE LAS INSTALACIONES Y ACANTILADO
- ENSAYOS IN SITU
- ENSAYOS DE LABORATORIO
- ANÁLISIS DE RESULTADOS



Área de Laboratorios y
Calidad de la Construcción







- BULONADO SISTEMÁTICO CON BARRAS ACERO 32mm PATRÓN 2X2m



- RED DE CABLE DE ACERO (Rombo 300mm) ANCLADA CON BARRAS ACERO 32mm PATRÓN 4X6m



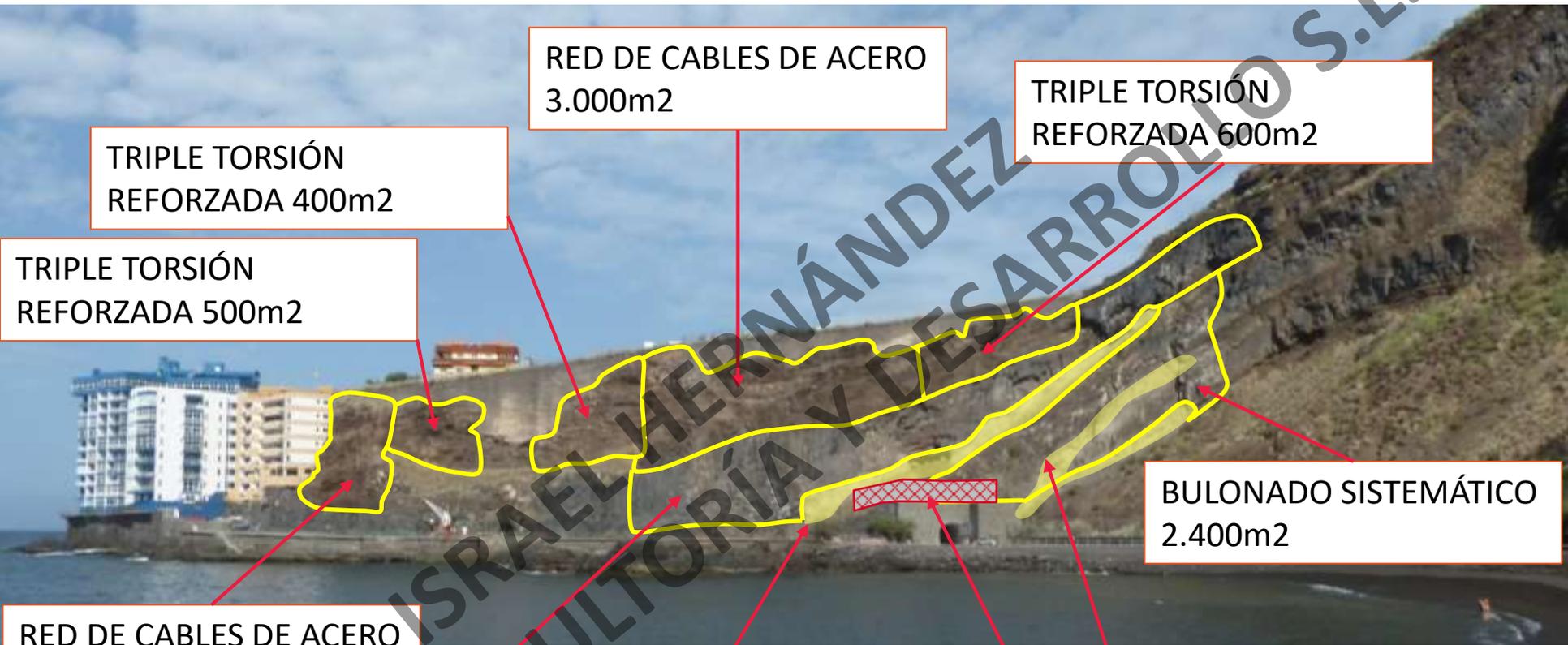
- MALLA DE ACERO DE TRIPLE TORSIÓN 8x10 REFORZADA CON CABLES. ANCLADA CON BARRAS ACERO 32mm PATRÓN 6X6m



- MALLA DE ACERO DE TRIPLE TORSIÓN 8x10 + HORMIGÓN PROYECTADO



- BARRERA DINÁMICA DE 600kJ (Mod. TSB-6) H=4m



TRIPLE TORSIÓN
REFORZADA 400m²

RED DE CABLES DE ACERO
3.000m²

TRIPLE TORSIÓN
REFORZADA 600m²

TRIPLE TORSIÓN
REFORZADA 500m²

BULONADO SISTEMÁTICO
2.400m²

RED DE CABLES DE ACERO
800m²

HORMIGÓN PROYECTADO
700m²

HORMIGÓN PROYECTADO
250m²

BULONADO SISTEMÁTICO
3.750m²

BARRERA DINÁMICA 30m

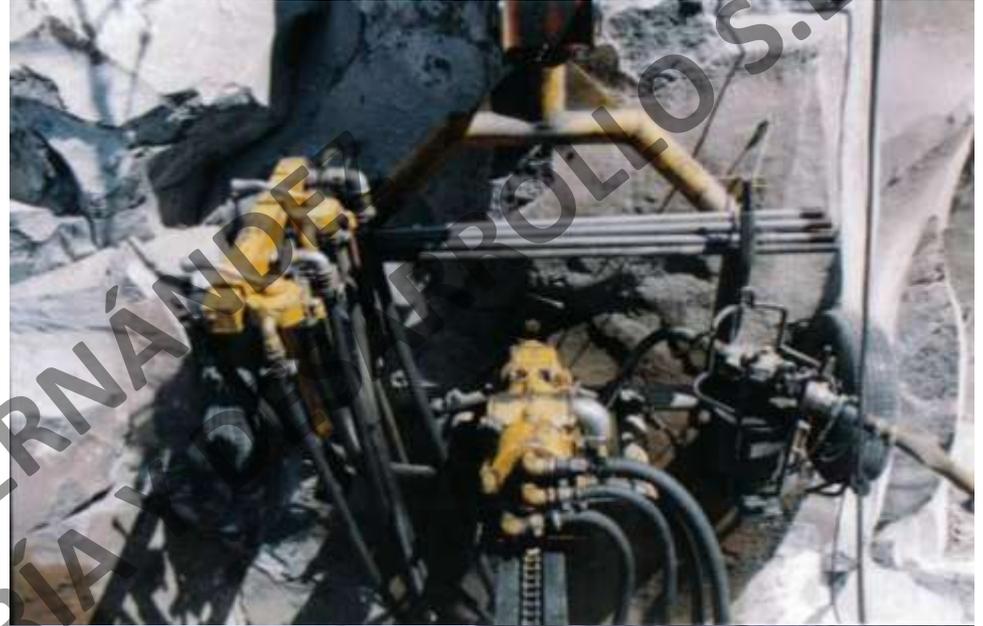
INVERSIÓN EN PROTECCIONES CONTRA DESPRENDIMIENTOS > 1.000.000€

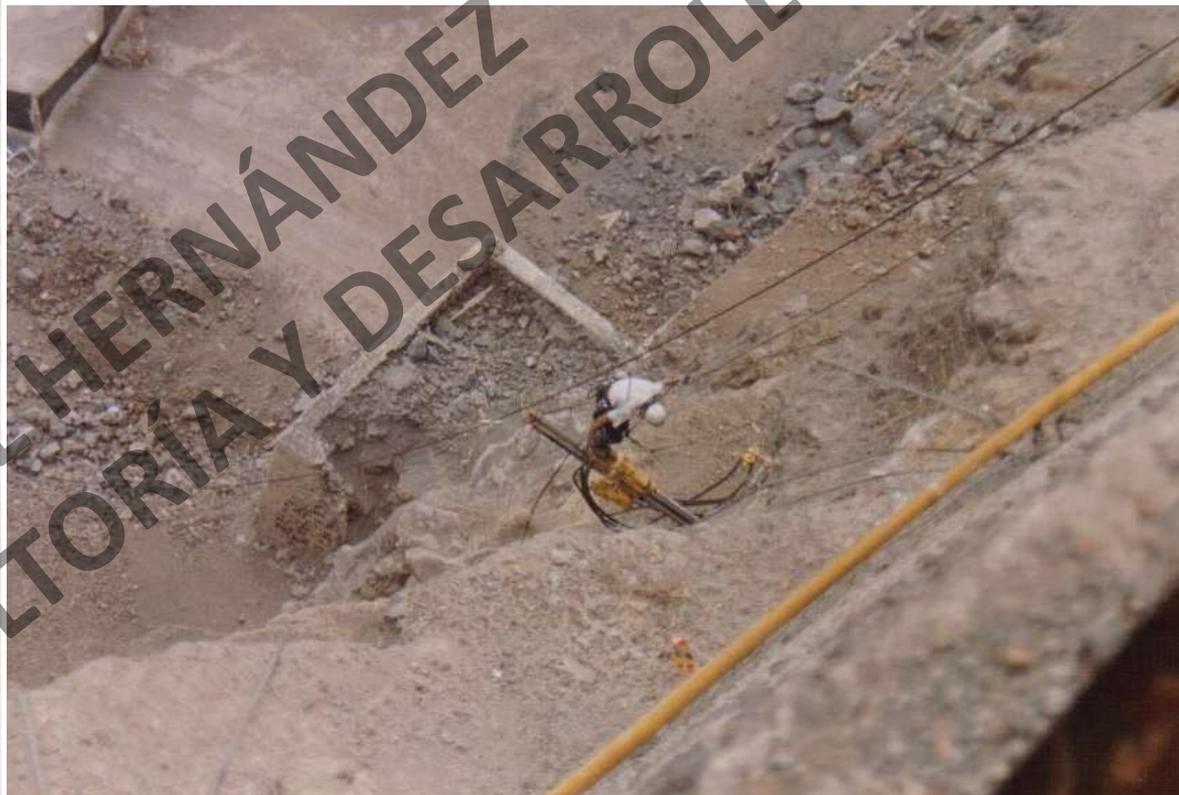
ESTABILIZACIONES IN SITU

SIGLA	MODELO / TIPO	*SOPORTE (kN/m ²)	SUPERFICIE APROX. (m ²)	PATRÓN ANCLAJE
TTR-1	TRIPLE TORSIÓN REFORZADA	<5	600	6X6m
TTR-2	TRIPLE TORSIÓN REFORZADA	<5	400	6X6m
TTR-3	TRIPLE TORSIÓN REFORZADA	<5	500	6X6m
RC-1	RED CABLES	8-10	3.000	4X6m
RC-2	RED CABLES	8-10	800	4X6m
BS-1	BULONADO SISTEMÁTICO	40-50	2.500	2X2m
BS-2	BULONADO SISTEMÁTICO	40-50	1.600	2X2m
TTG-1	TRIPLE TORSIÓN + GUNITA	<5	700	¿?
TTG-2	TRIPLE TORSIÓN + GUNITA	<5	250	¿?

BARRERAS DINÁMICAS

SIGLA	MODELO / TIPO	ENERGÍA (kJ)	ALTURA (m)	LONGITUD (m)
BD-1	TSB-6	600	4	30





WARA CONSULTORÍA Y DESARROLLO S.L.

TRABAJOS REALIZADOS

INSPECCIÓN VISUAL DE LAS INSTALACIONES Y ACANTILADO

- Observación del acantilado (grietas, bloques inestables, etc.).
- Inspección de los elementos de protección:
 - Estado: Grado de corrosión, acumulación de material, daños en estructuras, etc.
 - Correcta ejecución
 - Capacidad/dimensionamiento

TOMA DE MUESTRAS PARA ENSAYOS DE LABORATORIO

- Selección de muestras representativas
- Reparación de zonas donde se han obtenido las muestras

ENSAYOS IN SITU. TRACCIÓN SOBRE ANCLAJES

- Comprobación de resistencia de la barra de anclaje
- Comprobación de la adherencia del anclaje y el terreno

ENSAYOS DE LABORATORIO

- Mallas
- Cables de las redes
- Grapas de las redes
- Tuercas y roscas de anclajes

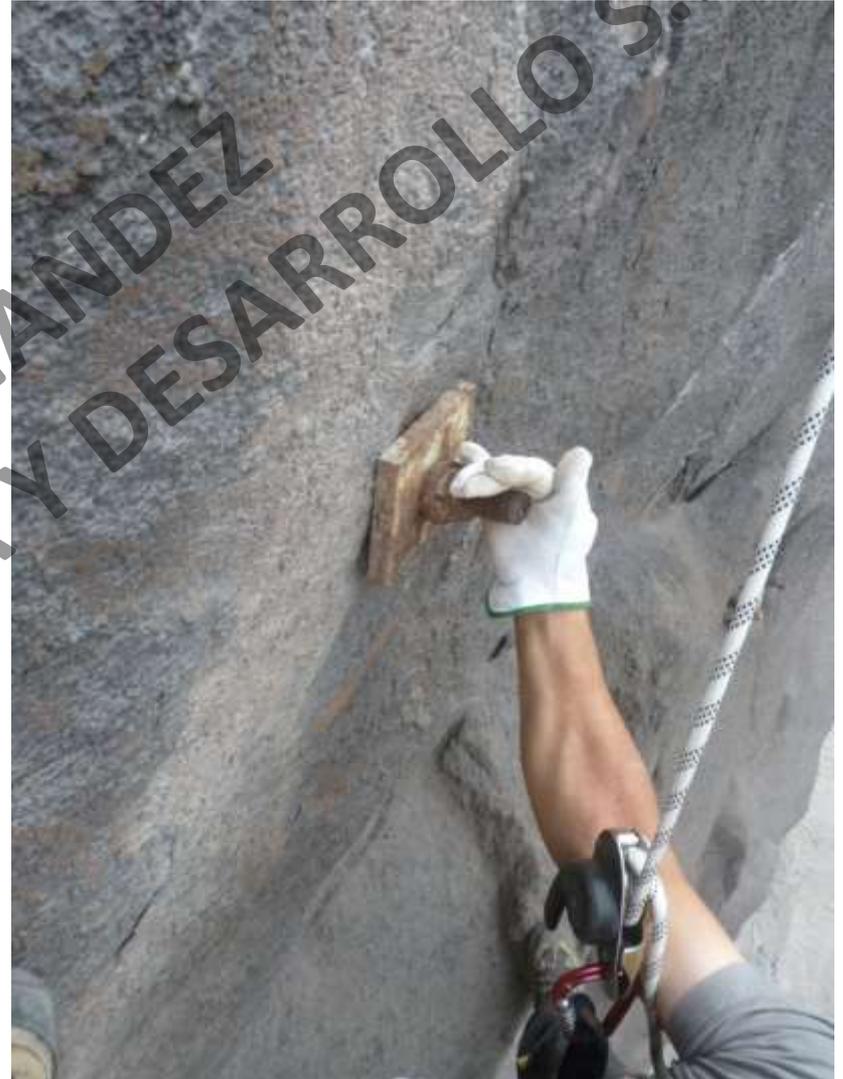
ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Determinación del estado de cada sector
- Establecimiento de prioridad de actuaciones (urgentes, a corto plazo o a medio plazo)
- Valoración económica de actuaciones de mantenimiento y reparación



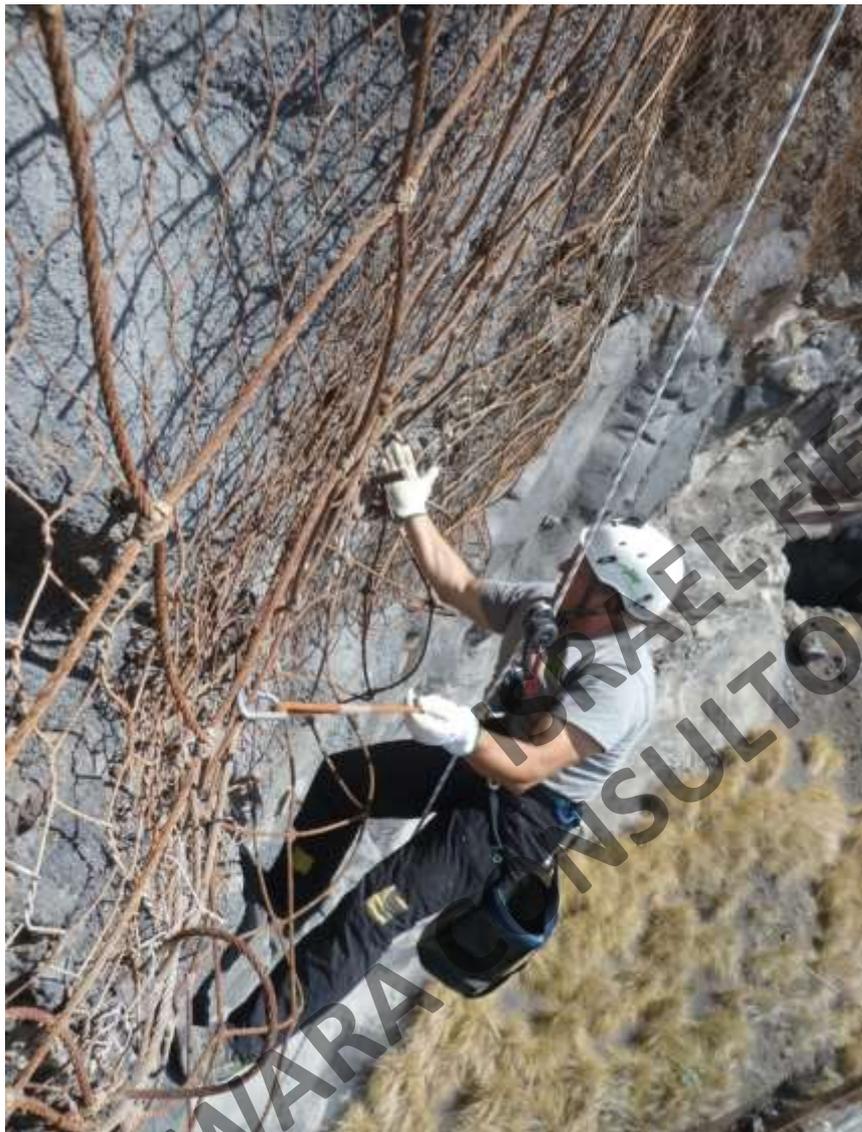
WA



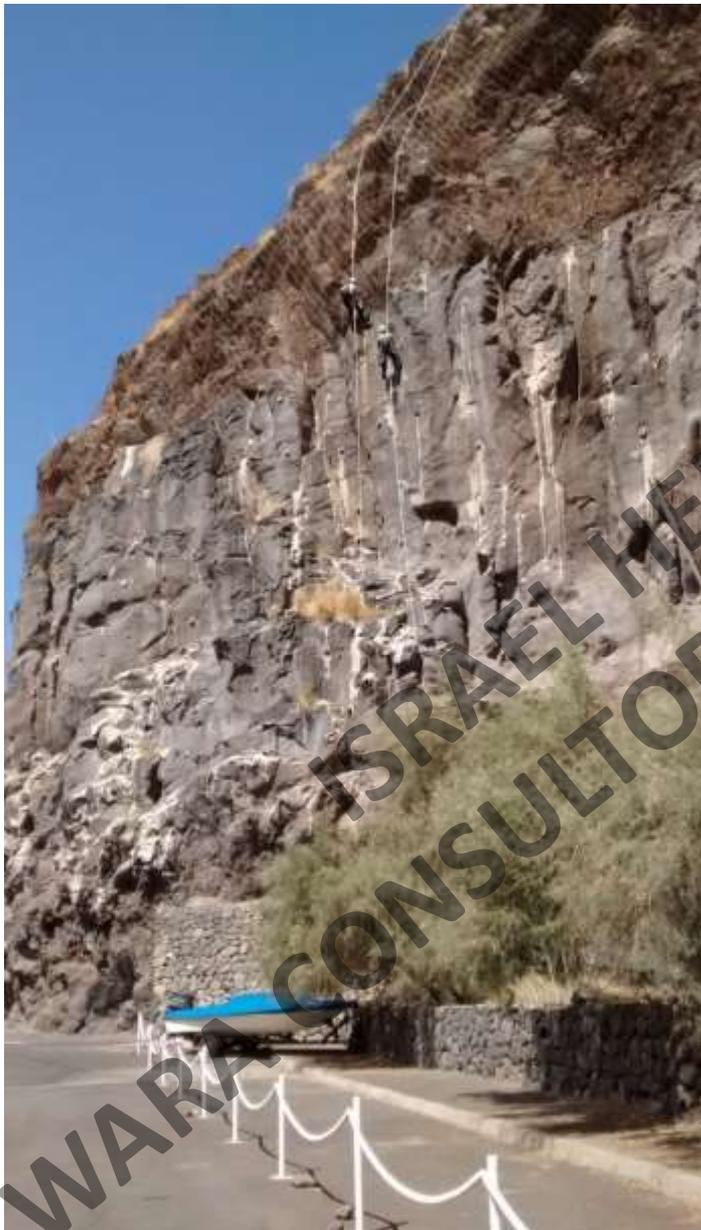




WARA CONSULTORÍA Y DESARROLLO S.L.







SIGLA	MODELO / TIPO	ENERGÍA (kJ)	ALTURA (m)	LONGITUD (m)
BD-1	TSB-6	600	3	30

DESCRIPCIÓN

Barrera dinámica de la marca TUBOSIDER constituida por postes de acero, paneles de red de cables, malla de triple torsión y disipadores de energía tipo tubo de 50kJ. Distancia aproximada entre postes de 10m. Energía certificada 660kJ. Cubre la zona situada sobre la boca sur del túnel de acceso a la playa.

ESTADO / MANTENIMIENTO

La estructura de retención (paneles de red de cable de acero y mallas de acero de triple torsión), presenta un avanzado estado de oxidación. La barrera puede haber perdido un 30-40% de su capacidad debido a la oxidación. El resto de elementos (postes, grilletes y disipadores de energía) se encuentran en buenas condiciones y no se observan deterioros incipientes, tan solo un impacto en uno de los disipadores de energía. Presenta material acumulado por desprendimientos aunque con un volumen que no sobrecarga en exceso la barrera.

DIMENSIONAMIENTO

Desde los años transcurridos desde su instalación la barrera ha sufrido pocos impactos. No se dispone de datos sobre algún desprendimiento que haya podido superarla, por lo que a priori se considera que su dimensionamiento era correcto en el momento de su instalación.

INSTALACIÓN

En un tramo de la barrera existe un hueco de unos 40cm entre el cable de base y el terreno que permite que se puedan escapar fragmentos desprendidos



SIGLA	MODELO / TIPO	*SOPORTE (kN/m2)	SUPERFICIE APROX. (m2)	PATRÓN ANCLAJE
TTR-2	TRIPLE TORSIÓN REFORZADA	<5	400	6X6m

DESCRIPCIÓN

Malla de acero de triple torsión (8x10-16) adosada al talud y reforzada mediante cables de acero dispuestos diagonalmente (Ø14mm). La fijación a la roca se hace mediante barras de acero corrugadas FeB44k de 32mm roscadas en el extremo y con tuerca y placa de reparto para el paso de los cables de refuerzo.

ESTADO / MANTENIMIENTO

La estructura presenta deterioros por oxidación no excesivamente acentuados. Presenta embolsamientos de material en la malla producto del nulo mantenimiento recibido. Entre el material acumulado hay varios bloques de hasta 0,6 m de lado. Estas acumulaciones de material requieren de actuaciones de vaciado para su mantenimiento ya que están ejerciendo una carga sobre la malla que puede dar lugar a su rotura a medio plazo.

DIMENSIONAMIENTO

Es correcto para el tamaño de bloques y masa rocosa inestable que tiene que retener.

INSTALACIÓN

Presenta varios defectos en la instalación. Tiene un número insuficiente de sujetacables en los cierres, defecto común en todos los sistemas de estabilización in situ de la obra, que tienen tan solo un sujetacables en los cierres o uniones cuando deben tener 4. Con frecuencia también faltan anclajes en las zonas de cruce de los cables de refuerzo.



PUNTOS DE MUESTREO



7 Puntos de muestreo / 11 Muestras:

- 7 Red de Cable de acero
- 3 Malla Triple Torsión
- 1 Tuerca y cabeza de anclaje

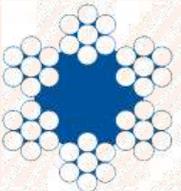
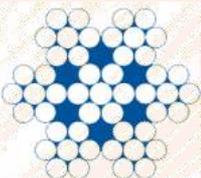
MUESTRA	PUNTO DE MUESTREO	MATERIAL	Nº MUESTRAS
M1TT	1	Malla Triple Torsión	1
M2RC	2	Red de Cable de acero	1
M3RC	3	Red de Cable de acero	3
M4RC	4	Red de Cable de acero	1
M4TT	4	Malla Triple Torsión	1
M5RC	5	Red de Cable de acero	1
M5TT	5	Malla Triple Torsión	1
M6RC	6	Red de Cable de acero	1
M7	7	Tuerca y cabeza de anclaje	1



REDES DE CABLE DE ACERO

Resistencia a tracción de los cables de acero

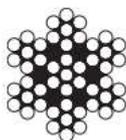
Cable de acero de 8mm de alma de acero

	CONFIGURACIÓN	RESISTENCIA A TRACCIÓN (kN)	
		Acero de 1570N/mm ²	Acero de 1770N/mm ²
	6X7		37,6
	7X7	36,1	40,6

Resistencia de las grapas



- Resistencia a la apertura: 300kg (3kN). Datos del fabricante
- Resistencia al deslizamiento: 15kN. Datos experimentales publicados en artículo.



cable flexible de construcción

7 x 7 AISI 316 BS MA 29 : 1982

ART. NO.	DIM. MM	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN KN	CA. KG/100
704WR70702	2	2.4	1.7
704WR70725	2.5	3.7	2.6
704WR70703	3	5.3	3.9
704WR70704	4	9.5	7
704WR70705	5	14.8	10.5
704WR70706	6	21.4	14.8
704WR70708	8	38.0	25.5
704WR70710	10	59.3	38.8

MALLAS DE ACERO DE TRIPLE TORSIÓN

Resistencia a tracción de la malla

Tamaño nominal de la malla	Diámetro del alambre (mm)	Resistencia del acero (N/mm ²)	Resistencia a tracción longitudinal (kN/m)
8x10	2,7	500	50*

*Resistencia de la malla de referencia (Patrón) fabricada por BIANCHINI.

Resistencia a tracción de los alambres de la malla

Diámetro del alambre (mm)	Resistencia del acero (N/mm ²)	Resistencia a tracción de un alambre(kN)
2,7	500	2,86 (teórica)

ANCLAJES

Resistencia a tracción de las barras de acero

Tipo di acciaio	FeB38k	FeB44k
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} [daN/cm^2]	3750	4300
Tensione ultima di progetto (SLU) f_{sd} [daN/cm^2] (con $\gamma_s = 1,15$)	3260	3740
Tensione ultima di esercizio (SLE) f_{sd} [daN/cm^2] (con $\gamma_s = 1,0$)	3750	4300
Tensione caratteristica di rottura f_{tk} [daN/cm^2]	4500	5400

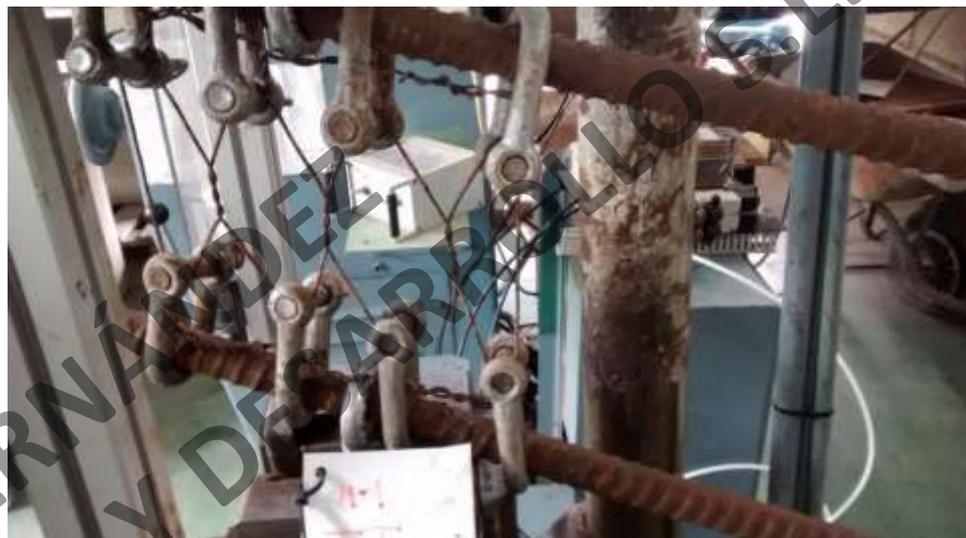
Tabella 9.4 – Tensioni caratteristiche e di progetto per acciai per armatura lenta ad adherenza migliorata.

Diámetro de la barra (mm)	Sección de la barra (mm ²)	Resistencia del acero (N/mm ²)	Carga límite elástico (kN)	Carga rotura (kN)
32	804	430/540	346	434

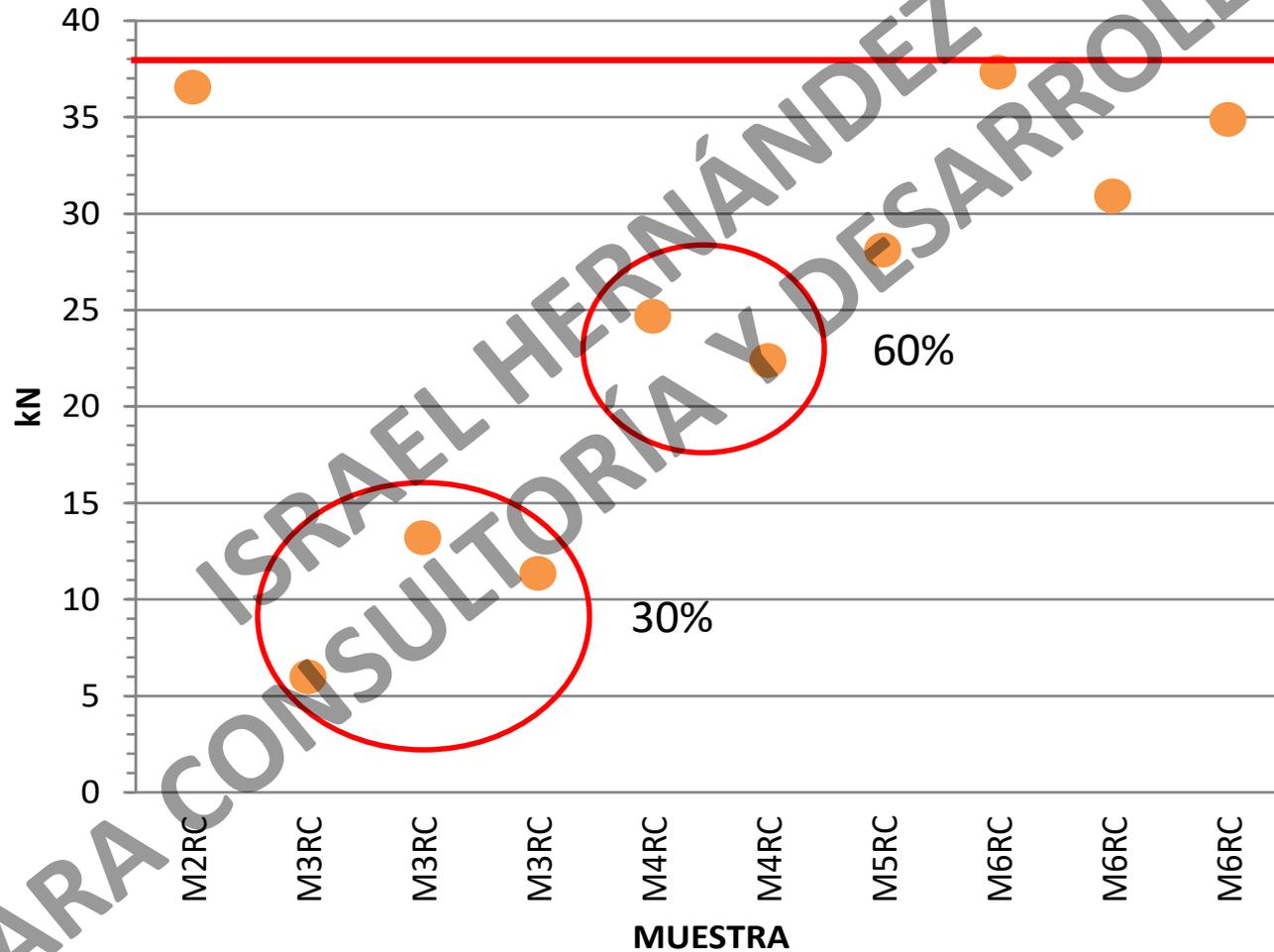
MUESTRA	PUNTO DE MUESTREO	MATERIAL	Nº MUESTRAS	TRACCIÓN CABLE	DESPLAZAMIENTO GRAPA	TRACCIÓN MALLA
M1TT	1	Malla Triple Torsión	1			2
M2RC	2	Red de Cable de acero	1	1	1	
M3RC	3	Red de Cable de acero	3	3	2	
M4RC	4	Red de Cable de acero	1	2		
M4TT	4	Malla Triple Torsión	1			1
M5RC	5	Red de Cable de acero	1	1		
M5TT	5	Malla Triple Torsión	1			1
M6RC	6	Red de Cable de acero	1	3	1	
PATRÓN	-	Malla Triple Torsión	1			4
TOTALES				10	4	8

Se realizaron un total de 22 ensayos de laboratorio, 14 sobre redes de cable y 8 sobre las mallas de acero de triple torsión.





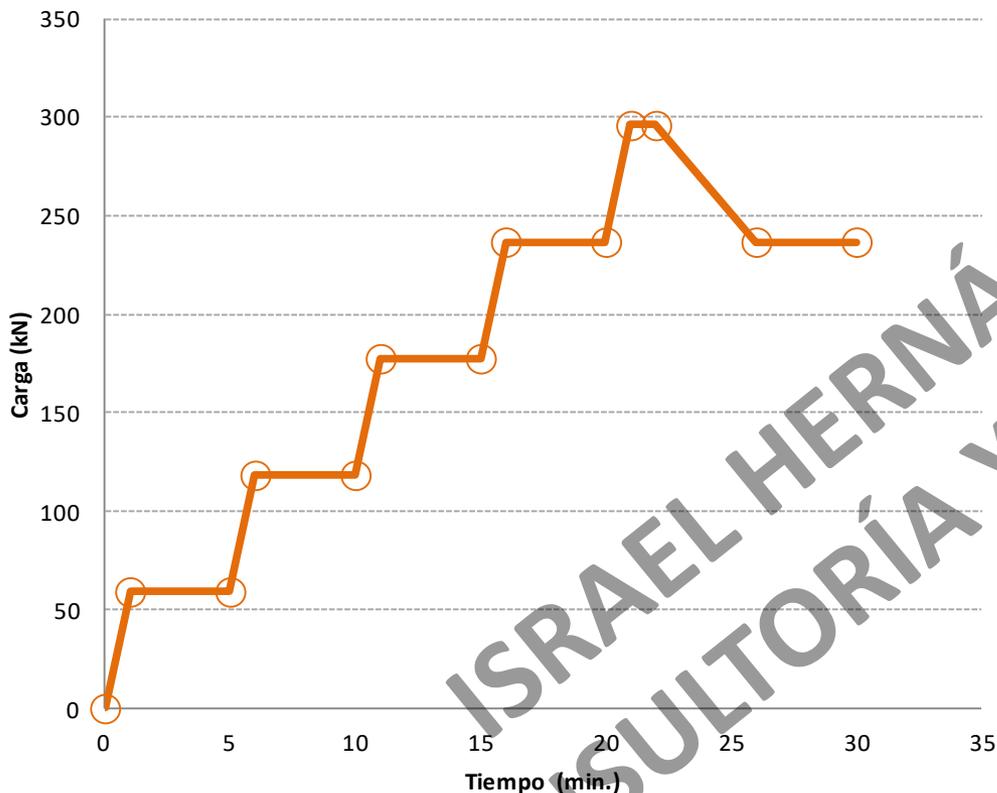
ENSAYO DE TRACCIÓN. CARGA DE ROTURA RED DE CABLES ACERO (kN)







ENSAYO ROTURA TUERCA GRÁFICA CARGA-TIEMPO



CARGA DE REFERENCIA	34,58 kN
RESISTENCIA LIM. ELAS. FeB44k 32mm	345,83 kN
RESISTENCIA ROTURA. FeB44k 32mm	434,29 kN
CARGA MÁXIMA DE ENSAYO	345,83 kN

TDESCRIPCIÓN	CARGA NOMINAL (kN)	CARGA NOMINAL MAYORADA (kN)	CARGA MÁXIMA TUERCA (kN)	% RESPECTO A CARGA NOMINAL	% RESPECTO A CARGA NOMINAL MAYORADA
ANCLAJES DE 6,00m BULONADO SISTEMÁTICO	200	300	296	148%	99%
ANCLAJES DE 2,00m RED DE CABLE DE ACERO	192	288	296	154%	103%
ANCLAJES DE 2,00m TRIPLE TORSIÓN REFORZADA	180	270	296	164%	110%



Se consideran fundamentalmente tres tipos de ensayos para los anclajes:

- Ensayos de investigación.
- Ensayos de adecuación o idoneidad.
- Ensayos de aceptación.

El artículo 675 Anclajes del PG-3, contempla dos métodos para la realización de estos ensayos, el método de los ciclos NLT-257 y el método de las fases NLT-258.

MÉTODO DE LAS FASES INCREMENTALES DE CARGA CON CONTROL DEL DESPLAZAMIENTO DE LA CABEZA POR FLUENCIA (NLT-258).

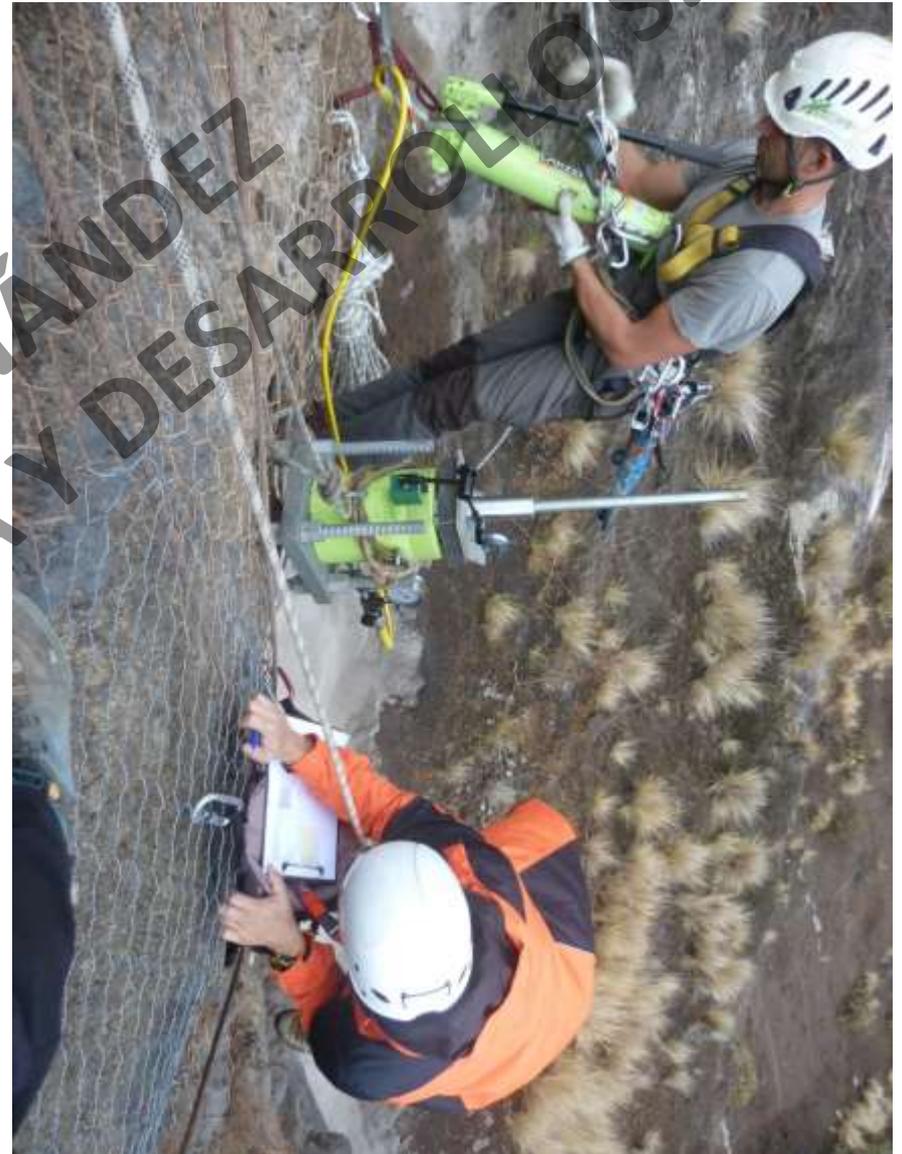
TIPOS DE ENSAYO	DESCRIPCIÓN	CARGA NOMINAL (kN)	CARGA MÁXIMA CALCULADA (kN)	CARGA MÁXIMA APLICADA (kN)	% RESPECTO A CARGA NOMINAL
ENSAYO 1	ANCLAJES DE 6,00m BULONADO SISTEMÁTICO	200	250,15	252	126
ENSAYO 2	ANCLAJES DE 2,00m RED DE CABLE DE ACERO	192	183,78	192	100
ENSAYO 3	ANCLAJES DE 2,00m TRIPLE TORSIÓN REFORZADA	180	183,78	192	107

ENSAYOS DE CARGA DE ANCLAJES





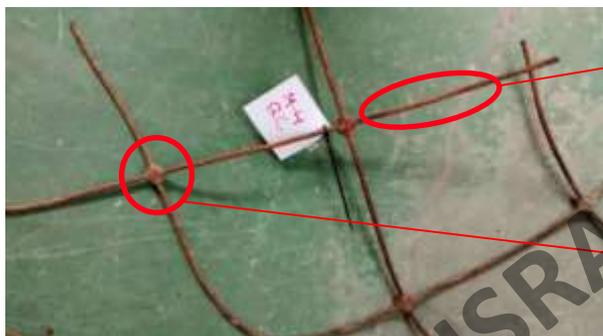








MALLAS DE ACERO DE TRIPLE TORSIÓN: pérdida de resistencia de entre un 15% y un 60% como valores extremos. Como media han perdido un 40% de su capacidad.



CABLES DE LAS REDES: pérdida de resistencia de entre un 5% y un 70% como valores extremos. Como media han perdido un 30% de su capacidad.

GRAPAS DE LAS REDES: pérdida de resistencia de entre un 40% y un 60%.



PRUEBAS DE CARGA DE ANCLAJES: Todos los resultados de los ensayos han sido satisfactorios. Barra del anclaje e inyección de lechada de cemento en perfectas condiciones.

RESISTENCIA DE ROSCAS Y TUERCA: Pérdida de capacidad por la oxidación. La pérdida de capacidad está dentro de los factores de seguridad del sistema.



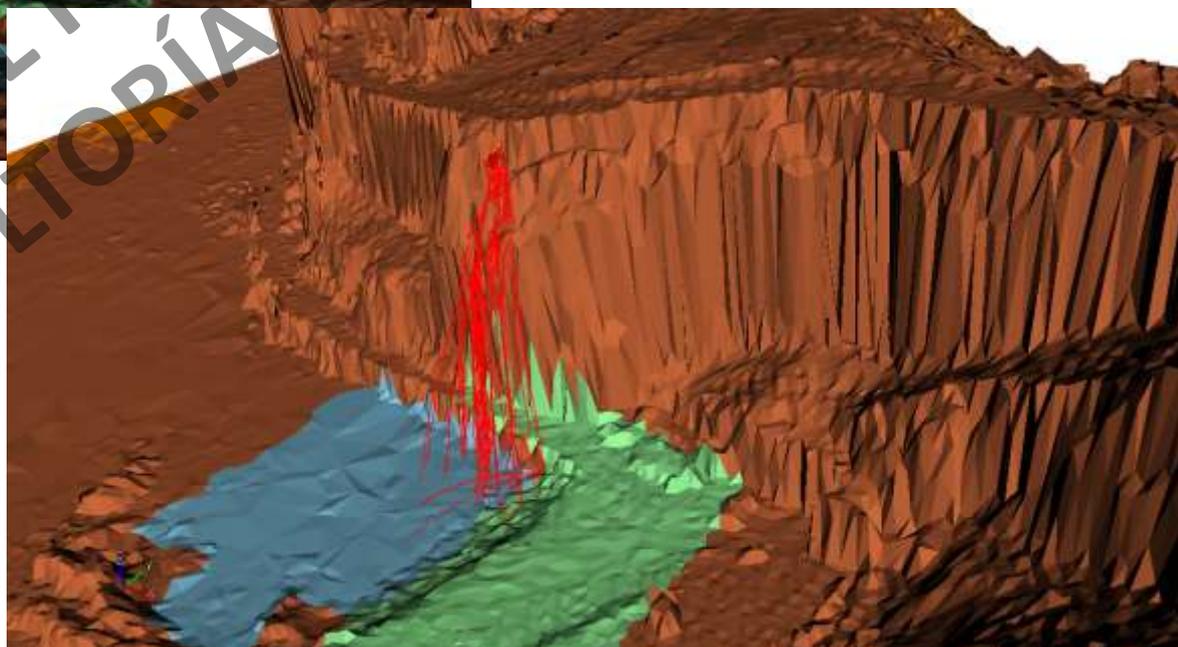
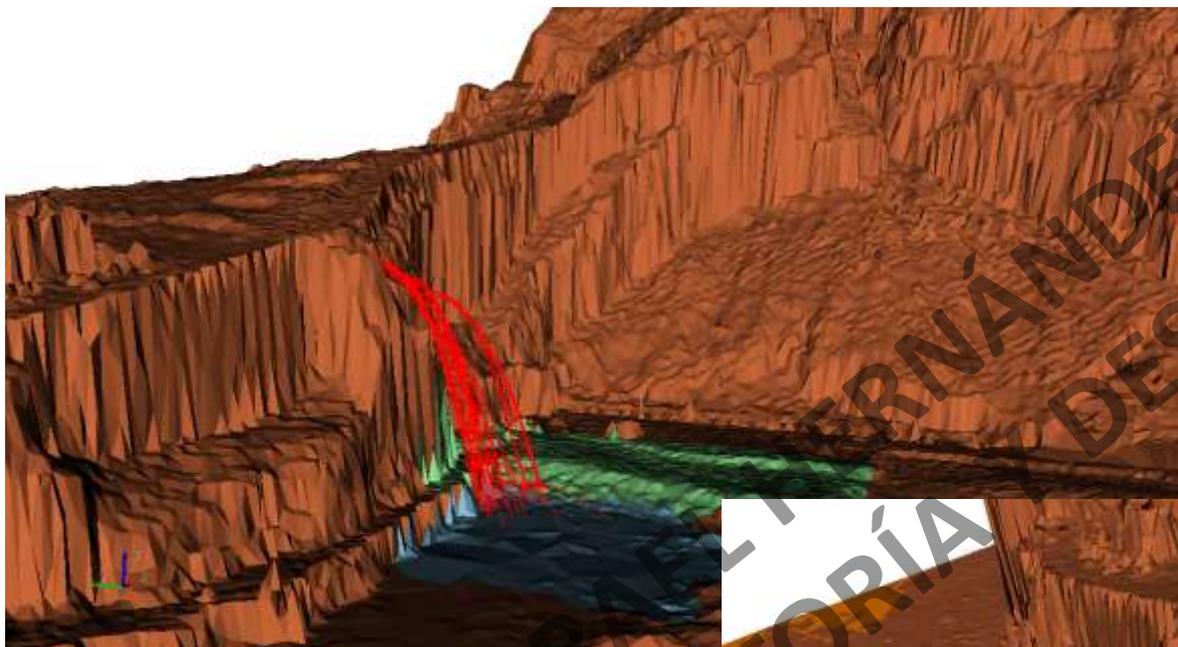
PRIORIDAD DE ACTUACIONES Y VALORACIÓN ECONÓMICA

	URGENTE	→	ACTUACIÓN INMEDIATA	→	25.000€
	ALTA	→	ACTUACIÓN A CORTO PLAZO	→	140.000€
	MEDIA	→	ACTUACIÓN A MEDIO PLAZO	→	240.000€
	BAJA	→	VIGILANCIA E INSPECCIÓN PERIÓDICA		

SITUACIÓN: 35m sobre la zona del paseo

DIMENSIONES: 60-80m³, aproximadamente 150-200 toneladas



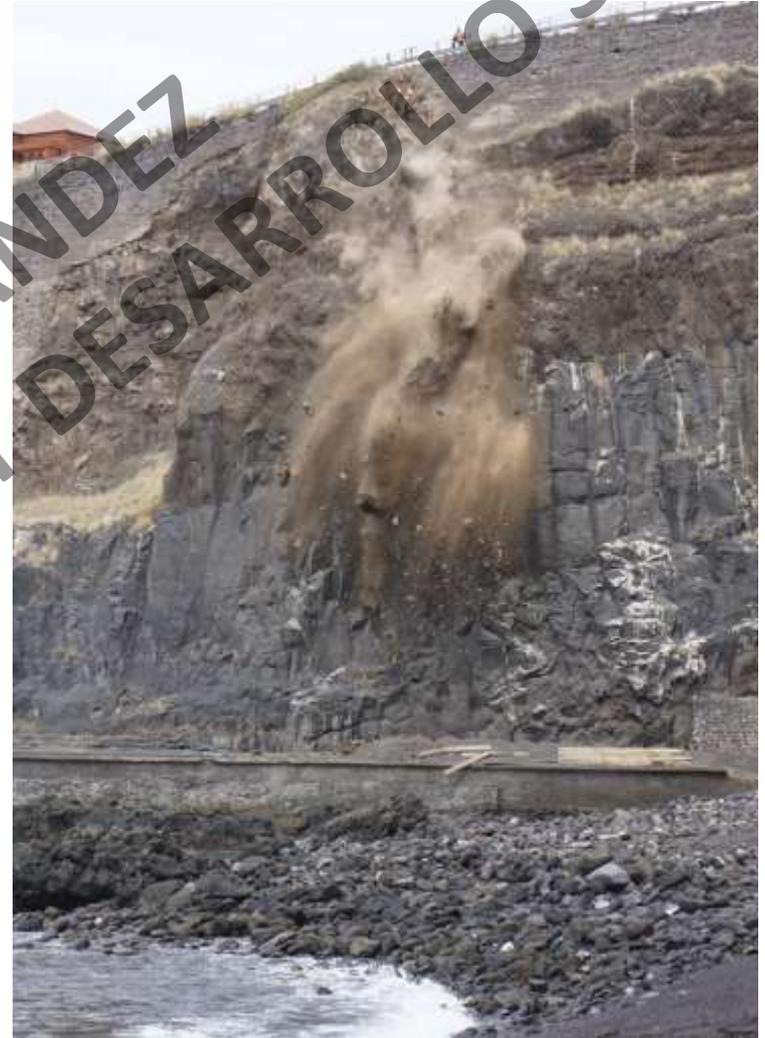


WARA CONSULTORÍA Y DESARROLLO S.L.



WARA CONSULTORÍA Y DESARROLLO S.L.





WARA CONSULTORÍA Y DESARROLLO S.L.



WARA CONSULTORÍA Y DESARROLLO S.L.









GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Estamos en:

+ Calle Porlier, 91
Oficina 6
38006 Santa Cruz de Tenerife

Contacto:

+ Israel Hernández
+ Tel: 922 46 74 18
+ Tel: 638 74 02 40
+ ihernandez@wara.es