

**INFORME TÉCNICO DE MEDIDAS ESTABILIZADORAS Y
DE PROTECCIÓN CONTRA DESPRENDIMIENTOS DE
ROCAS EN EL TALUD ROCOSO UBICADO EN LA CALLE
SOL NACIENTE, JUNTO AL EDIFICIO ROCAFEL (LA
ALBUFERETA, ALICANTE)**

**PETICIONARIO: EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ALICANTE
(CONCEJALÍA DE URBANISMO)**

Domicilio social y a efectos de notificación:

Plaza Ayuntamiento, 5. C.P.: 03002 Alicante (Alicante).

Marzo 2017



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- ANTECEDENTES.....	2
3.- DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA.....	3
3.1.- Descripción de la Zona 1 de trabajo	6
3.2.- Descripción de la Zona 2 de trabajo	13
4.- PROPUESTAS CORRECTORAS	29
4.1.- Propuesta Correctora de la Zona 1 de trabajo.....	29
4.2.- Propuesta Correctora de la Zona 2 de trabajo.....	30
4.2.1.- Solución Correctora I (Aprovechamiento Parcial del Sistema de Protección Actual) 31	
4.2.2.- Solución Correctora II (Nuevo Sistema de Protección)	32
5.- PRIORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS	34
6.- PRESUPUESTO.....	36
6.1.- Cuadro de precios de la Solución Correctora II.....	37
7.- PLAZOS DE EJECUCIÓN.....	39
8.- CONCLUSIONES	40
ANEXO.....	41
Plano de Vallado de Desprendimientos en Calle Sol Naciente	45

1.- INTRODUCCIÓN

El presente “INFORME TÉCNICO DE MEDIDAS ESTABILIZADORAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA DESPRENMIENTOS DE ROCAS EN EL TALUD ROCOSO UBICADO EN LA CALLE SOL NACIENTE, JUNTO AL EDIFICIO ROCAFEL (LA ALBUFERETA, ALICANTE)”, se redacta por SIEP Ingenieros S.L., a petición del **Exmo. Ayuntamiento de Alicante** para la estabilización y protección contra desprendimientos de roca del talud situado frente al complejo residencial mencionado, sito en la Calle Sol Naciente de Alicante.

Con este documento técnico se pretende dar fe de las patologías geomecánicas que muestra el talud rocoso y las deficiencias de los actuales sistemas de protección frente a desprendimientos que este alberga, y definir y zonificar los riesgos asociados, así como proponer y priorizar las actuaciones que serían necesario realizar para mitigar o eliminar los defectos que actualmente se presentan con el fin de evitar nuevos desprendimientos en el futuro, sirviendo todo ello además, de base para un posterior Proyecto de Mejoras en la Protección del Talud Rcoso.

2.- ANTECEDENTES

Como consecuencia de las tormentas acontecidas en la ciudad de Alicante durante *agosto de 2016* se produjeron desprendimientos de rocas y movilización de masa coluvial en el talud de acceso al Edificio Rocafel por la parte final de la Calle Sol Naciente, por lo que se solicita por parte del **Excmo. Ayuntamiento de Alicante** una visita técnica para valorar las posibles actuaciones de mejora sobre los sistemas de protección frente a desprendimientos existentes en el talud.

Se realizaron dos visitas a petición de D. Santiago Soravilla:

- ✓ El día 21 de septiembre de 2016 por parte de D. Salvador Villada y D. David Castro de la empresa Geotraver S.L.
- ✓ El día 28 de septiembre de 2016 por parte de D. David Castro de la empresa Geotraver S.L., y D. Marcelo Greco Gerente Comercial de Paramassi Ibérica, S.L. (colaborador habitual de Geotraver S.L.).

En *enero de 2017* vuelven a producirse desprendimientos de rocas como consecuencia de un período de fuertes lluvias, pero en esta ocasión además de en el acceso al Edificio Rocafel, también se producen en la parte de la Calle Sol Naciente que discurre paralela al mismo, con lo que se realiza una nueva visita con toma de datos al lugar el día 28 de febrero de 2017, esta vez por parte de: D. David Castro de la empresa Geotraver S.L., y D. Erasmo Cremades de la empresa SIEP Ingenieros S.L.

El 14 de marzo de 2017 se realiza una visita por parte de D. Erasmo Cremades de la empresa SIEP Ingenieros S.L., confirmando que se han producido nuevos desprendimientos de fragmentos de roca en la Calle Sol Naciente, en área donde se produjeron los desprendimientos de *agosto de 2016* y en el área del parking para motocicletas junto al Edificio Rocafel, como consecuencia de las fuertes lluvias acontecidas el día *13 de marzo de 2017*.

3.- DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

La zona de análisis, que requiere de actuaciones correctoras, corresponde a una excavación en roca (talud) perteneciente a la Sierra de San Julián o Serra Grossa, realizada frente al Edificio Rocafel, situado en la zona noreste de la ciudad de Alicante, dirección Villajoyosa, en Avd. Villajoyosa salida Calle Sol Naciente, que discurre paralela a la línea de la costa (Mar Mediterráneo).



Imagen 1: Zona de trabajo con respecto a la ciudad de Alicante.



Imagen 2: Zona de trabajo con respecto a la Serra Grossa.

Los principales factores desencadenantes de las inestabilidades y desprendimientos en el talud rocoso se deben a:

- I. Geología del propio desmorte. Está constituido por una zona inferior de calcarenitas bioclásticas y margas grises con yesos y una zona superior de calcarenitas bioclásticas con glauconita del Mioceno Inferior discordante con el tramo inferior, con presencia de varios juegos de discontinuidades (estratificación, fallas y microfallas, diaclasas, etc.) y presencia de materiales coluviales muy heterogéneos como recubrimiento en montera. La intensa fracturación está relacionada con la actividad reciente de la falla de Crevillente (que es una de las más activas de este sector de la Cordillera Bética), así como de otras pequeñas fallas de dirección NW-SE.
- II. Deficiente acabado del talud como consecuencia del método de excavación empleado, técnica de voladura sin empleo de voladuras de contorno en su mayor parte y nulo saneo mecánico del talud final.
- III. Deficiente diseño y estado de los actuales sistemas de protección frente a desprendimientos de rocas.

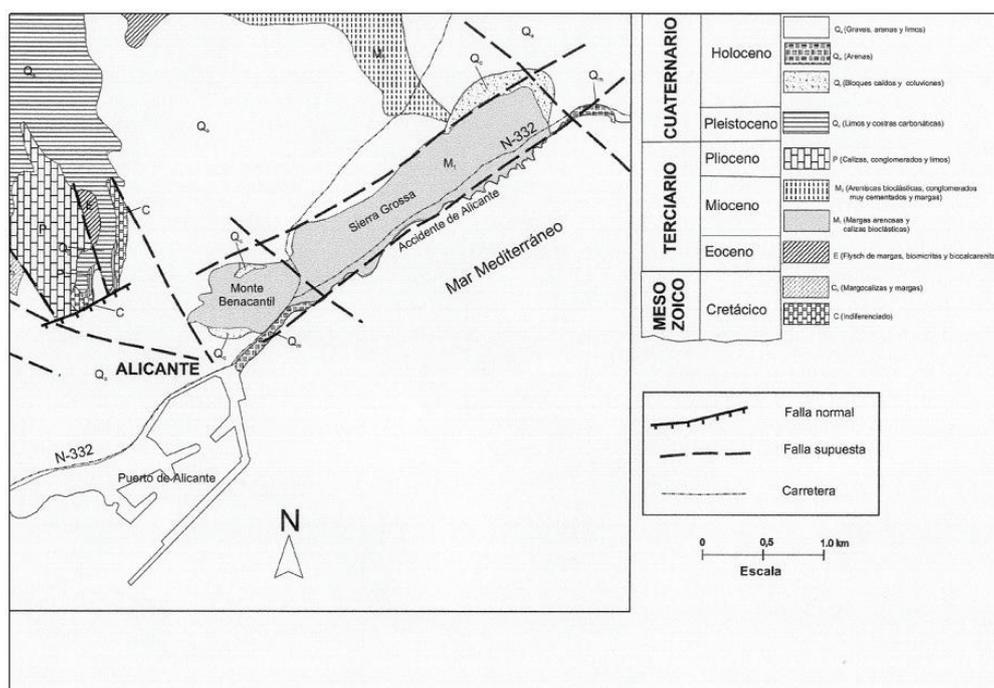


Figura 1: Mapa geológico esquemático de la Serra Grossa.

Además de los factores mencionados, es necesario remarcar las siguientes peculiaridades que presenta la excavación debido a su enclave y estado de conservación:

1. El encuadre sismotectónico de la ciudad de Alicante hace que sus laderas y taludes sean susceptibles de sufrir sismos, lo que podría generar desprendimientos de material rocoso de importantes dimensiones.
2. En la parte superior del talud se encuentran las vías del TRAM (Transporte Alicantino Metropolitano), cuyo tránsito genera vibraciones en el terreno que deben tenerse en consideración, ya que en el largo plazo pueden provocar la progresiva apertura de algunas de las discontinuidades que presenta el talud y efectos de fatiga en las rocas más degradadas del mismo.
3. Como consecuencia de la enorme proximidad del talud al mar, entre 50 y 100 metros, la meteorización (disolución química) que sufren las rocas y medidas de protección actuales del talud, debido al aerosol marino (gotas de agua salada transportadas por la brisa del mar), es notable.
4. Debido a la presencia de matorral en el talud, las raíces de estas especies vegetales generan grietas o favorecen el desarrollo de las ya existentes por el efecto de acuñamiento que ejercen directamente sobre el macizo rocoso.

Con la panorámica descrita, en el área de análisis, podemos diferenciar dos grandes zonas de estudio y necesidad de actuación. La parte del talud rocoso que da acceso al complejo residencial por el final de la Calle Sol Naciente (a partir de ahora **Zona 1**), donde se produjeron los desprendimientos en *agosto y marzo de 2016*, y la parte del talud rocoso que transcurre por la Calle Sol Naciente paralelo al complejo residencial (a partir de ahora **Zona 2**), donde se produjeron los desprendimientos en *enero y marzo de 2017*.

Además, dentro de la **Zona 2** podemos diferenciar claramente dos subzonas: aquella donde se realizó precorte en la ejecución de la excavación y aquella donde

o bien no se empleó precorte o éste no trabajó en absoluto, estas partes las denominaremos respectivamente a partir de ahora: **Zona 2a** y **Zona 2b**.

3.1.- Descripción de la Zona 1 de trabajo

La **Zona 1**, de unos 110 metros de longitud y altura media de 6 metros, está formada por calcarenitas bioclásticas y margas grises con yesos, presenta juegos de discontinuidades muy espaciados entre sí y sin la presencia de agua en los mismos, aunque existen áreas puntuales donde se aprecian futuros desprendimientos de rocas por rotura en cuña y planar.

En la cabeza del talud se localizan depósitos coluviales (conglomerados cementados) muy desorganizados y de gran heterometría (entre 0,5 y 4 metros de espesor), de los que pueden desprenderse clastos de tamaño mediano o incluso movilizarse partes de masa coluvial como consecuencia de la erosión que provocan las escorrentías debidas a fuertes lluvias.

En el pie o base del talud existe un pequeño murete de bloques, el cual se encuentra deteriorado en algunos tramos, y un reducido jardín.

En esta **Zona 1** es donde se produjeron en *agosto de 2016* y *marzo de 2017* los desprendimientos de roca y masa coluvial mencionados en el apartado de antecedentes, algunos de los cuales aún se observan hoy día en la zona del jardín.

Actualmente hay colocada una valla metálica delimitando la zona, en los 35 metros más próximos a la entrada de la zona residencial, con señalización alertando de los posibles desprendimientos.



Imagen 3: Vista aérea de la **Zona 1** donde se produjeron los desprendimientos de agosto 2016.



Foto 1: 28-02-2017. Coluvial de fragmentos medios y pequeños en cabeza de talud y desprendimientos en el murete de bloques deteriorado. Entrada de acceso al Edificio Rocafel.



Foto 2: 28-02-2017. Coluval de fragmentos medios y pequeños en cabeza de talud y desprendimientos en el murete de bloques deteriorado. Entrada de acceso al Edificio Rocafel.



Foto 3: 28-02-2017. Coluval de fragmentos medios y pequeños en cabeza de talud y desprendimientos en el murete de bloques deteriorado. Entrada de acceso al Edificio Rocafel.



Foto 4: 28-02-2017. Coluvial de fragmentos medios y pequeños en cabeza de talud y desprendimientos en el murete de bloques deteriorado. Entrada de acceso al Edificio Rocafel.



Foto 5: 28-02-2017. Coluvial de fragmentos gruesos en cabeza de talud y desprendimientos en jardín. Entrada de acceso al Edificio Rocafel.



Foto 6: 28-02-2017. Derrame de masa coluvial de fragmentación gruesa y media sobre jardín de entrada al acceso al Edificio Rocafel.



Foto 7: 14-03-2017. Coluvial de fragmentación gruesa y media en cabeza de talud y desprendimientos en jardín. Entrada acceso Edificio Rodcafel.



Foto 8: 28-02-2017. Juego de Discontinuidades del talud y generación de cuñas.
Entrada al Edificio Rocafel.



Fotos 9a y 9b: 28-02-2017. Coluvial de fragmentación media en cabeza de talud y coluvial en cabeza de talud de fragmentación media junto a juego de discontinuidades del talud. Valla de señalización. Entrada acceso Edificio Rocafel.



Foto 10: 14-03-2017. Fragmentos de roca al pie del talud, dentro del perímetro vallado de protección frente a desprendimientos en Calle Sol Naciente. Entrada al Edificio Rocafel.



Foto 11a y 11b: 28-02-2017. Vista en planta de la cabeza del talud de la **Zona 1** junto a las vías del TRAM.

3.2.- Descripción de la Zona 2 de trabajo

La **Zona 2**, de unos 180 metros de longitud y altura media de 18 metros, está formada en su mayoría por calcarenitas bioclásticas con glauconita y de calcarenitas bioclásticas y margas grises con yesos; presenta varios juegos de discontinuidades (fallas y microfallas, estratificación y diaclasado) que provoca zonas altamente fracturadas. Las discontinuidades no presentan relleno ni agua. Se aprecia la posible rotura en cuña, planar y por vuelco de varios bloques de roca, cuyo tamaño varía desde 0,002 a más de 1 m³.

En la ejecución de la excavación, talud prácticamente vertical (cuyo ángulo está comprendido entre 80 y 85°), en algunas partes del mismo se empleó la técnica de voladura de contorno denominada precorte, dando lugar a un talud en “relativas” buenas y sanas condiciones (**Zona 2a**) y otra zona distribuida heterogéneamente, aunque suele coincidir con las partes más elevadas del talud, donde el precorte no se empleó o directamente no trabajó de forma satisfactoria, generándose gran cantidad de sobre fracturación en el macizo rocoso a lo largo de su perímetro (**Zona 2b**).



Imagen 4: Vista aérea de la **Zona 2** donde se produjeron los desprendimientos de enero y marzo de 2017.

Así mismo, a lo largo de la **Zona 2** existe un sistema de protección frente a desprendimientos de fragmentos de roca, que si bien se puede observar una correcta instalación del mismo, a nuestro criterio presenta ciertas deficiencias en la definición de sus parámetros que pueden contribuir a su ineficacia frente a posibles desprendimientos.

Deficiencias observadas en las medidas de protección frente a desprendimientos de roca en la **Zona 2**:

- a) En la parte inicial y final de esta zona, cuya altura está comprendida entre 8 y 12 metros, de acceso a la calle del complejo residencial, se observan bloques y fragmentos rocosos que pueden romper por cuña, vuelco o de forma planar que no presentan ningún sistema de protección.
- b) En la parte inicial, y en la cabeza del talud, se observan, amplios bloques de roca, que debido a la enorme separación existente (cuadrícula de 5x6 o superior) entre los bulones del refuerzo con cable de la Malla Triple Torsión instalada, no están lo debidamente sujetos que deberían.
- c) En la parte central del talud, la más elevada y fracturada, se observan amplias zonas donde la Malla Triple Torsión con cables de refuerzo quedan ampliamente separados del talud sin el adecuado sostenimiento del mismo, motivada por una excesiva separación (cuadrícula de 8x6) del sistema de refuerzo de bulones y cables. Estas separaciones tan amplias dan lugar a que los grandes bloques rocosos queden con libertad, y por tanto con posibilidad de movimiento, perdiendo el sistema toda la efectividad.
- d) Inexistencia, a lo largo de todo el talud de la **Zona 2**, de sistema de protección desde el pie del talud hasta una altura comprendida entre 4 y 5 metros, que es donde acaba el actual sistema de contención formado por la Malla de Triple Torsión reforzada con bulones y cable. Además, el cable inferior está en amplias áreas muy separado del talud (entre 0,5 y 2 metros), lo que permite que los fragmentos rocosos desprendidos no queden retenidos dentro de la malla, con la consecuente salida del sistema de contención desde la altura sin

protección mencionada, desde donde caen directamente o a través del rebote en el talud a la Calle Sol Naciente.

- e) A lo largo del talud, las protecciones existentes, sistema con Malla Triple Torsión galvanizada 5x7-13, debido a la agresividad del medio marino tan próximo, presenta amplias superficies debilitadas (rotas) y muy afectadas por la presencia de óxidos, que irán aumentando y afectando a una mayor superficie con el devenir del tiempo. La Malla tipo gallinero colocada por debajo de la Malla Triple Torsión está fuertemente oxidada prácticamente en toda su superficie.

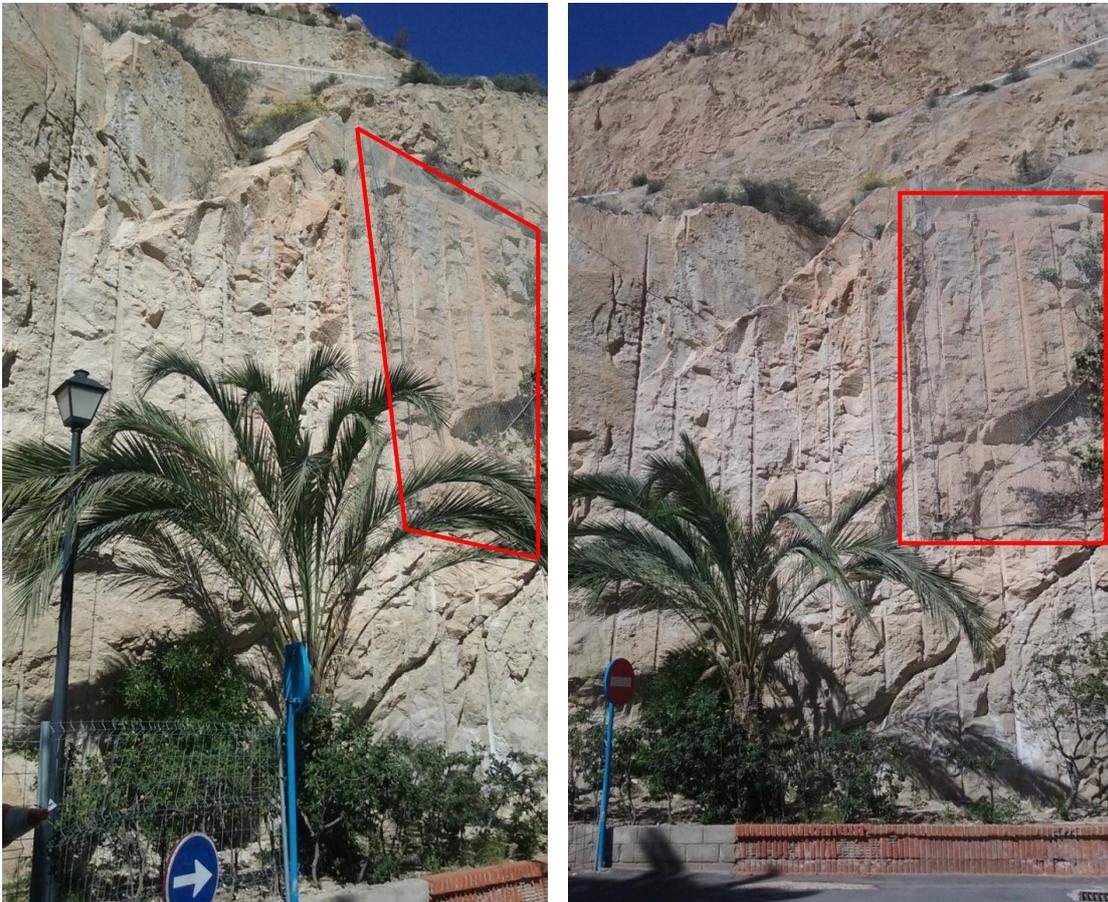


Foto12a y 12b: 28-02-2017. Calle Sol Naciente (**Zona 2a**). Presencia de distintos juegos de discontinuidades además de las cañas del precorte en el talud y cierta cobertura coluvial en su cabeza. El sostenimiento, Malla Triple Torsión con cable de refuerzo (en rojo), no existe en toda la zona.



Foto 13a y 13b: 28-02-2017. Calle Sol Naciente acceso Edificio Rocafel (**Zona 2b**).

Presencia de varios juegos de discontinuidades que pueden provocar rotura en cuña, planar o vuelco. El sostenimiento, Malla Triple Torsión con cable de refuerzo (en rojo), no existe en toda la zona.

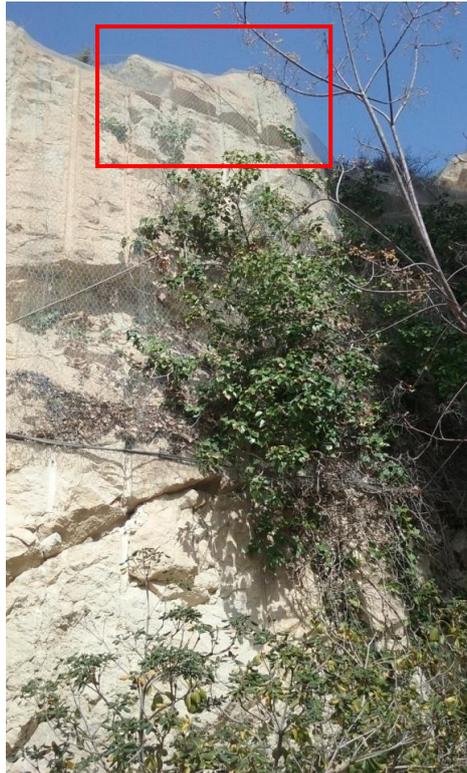


Foto 14: 28-02-2017. Calle Sol Naciente (**Zona 2a**). Presencia en cabeza de grandes bloques de roca. La Malla Triple Torsión con cable de refuerzo presenta una separación de bulones excesiva (5x6) que hace ineficaz su uso en caso de producirse el movimiento de los bloques.



Foto 15: 28-02-2017. Calle Sol Naciente (**Zona 2a**). Presencia en cabeza de grandes bloques de roca. La Malla Triple Torsión con cable de refuerzo presenta una separación de bulones excesiva (5x6) que hace ineficaz su uso en caso de producirse el movimiento de los bloques.



Foto 16: 28-02-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel 19 (**Zona 2a y 2b**). Amplia separación entre los bulones de los cables de refuerzo (8x6). Ineficacia del sistema de sostenimiento frente a rotura de los grandes bloques que existen en esta área.



Foto 17: 28-02-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel (**Zona 2a y 2b**). Amplia separación entre los bulones de los cables de refuerzo y enorme apertura (2 metros) de la malla con respecto al talud. Ineficacia del sistema de sostenimiento frente a la rotura de los grandes bloques y desprendimientos de rocas.



Foto 18a y 18b: 28-02-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel (**Zona 2a y 2b**). Fragmentos de roca caídos a la Calle Sol Naciente y no sostenidos por el deficiente sistema de protección actual.



Foto 19: 28-02-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel (**Zona 2a y 2b**). Zona altamente fracturada y con sostenimiento deficiente debido a la amplitud del paño de los bulones (8x6) e inadecuado sistema de protección (Malla Triple Torsión).



Foto 20: 28-02-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel (**Zona 2a y 2b**). Amplia separación entre los bulones de los cables de refuerzo y gran apertura de la malla (1,5-2 metros) con respecto al talud. Ineficacia del sistema de sostenimiento frente a la rotura de los grandes bloques y desprendimientos de rocas.



Foto 21: 28-02-2017. Calle Sol Naciente, frente al Edificio Rocafel (**Zona 2b**). Inexistencia de anclaje al talud del cable de refuerzo final. Gran apertura de la malla (1,5-2 metros) con respecto al talud. Ineficacia del sistema de sostenimiento frente a desprendimientos de rocas.



Foto 22: 28-02-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel (**Zona 2b**). Zona altamente fracturada y con sostenimiento deficiente debido a la amplitud del paño de los bulones (8x6) e inadecuado sistema de protección (Malla Triple Torsión).



Foto 23: 28-02-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel (**Zona 2a y 2b**). Ausencia de sistema de protección frente a desprendimientos a lo largo de toda la parte baja del talud.



Foto 24: 28-02-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel (**Zona 2a y 2b**). Ausencia de sistema de protección frente a desprendimientos a lo largo de toda la parte baja del talud.



Foto 25: 28-02-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel (**Zona 2b**).
Presencia de óxido en la Malla Triple Torsión y en los cables de refuerzo del sistema de protección y roturas en la Malla de Triple Torsión.



Foto 26: 28-02-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel (**Zona 2b**).
Presencia de óxido en la Malla Triple Torsión y en los cables de refuerzo del sistema de protección.



Foto 27: 28-02-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel (**Zona 2a y 2b**). Presencia de óxido en los bulones y en los cables de refuerzo del sistema de protección.



Foto 28: 28-02-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel (**Zona 2b**). Presencia de óxido en Malla Triple Torsión y malla gallinero del sistema de protección.



Foto 29: 14-03-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel. Presencia de fragmentos de roca en mitad de la calle.



Foto 30: 14-03-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel. Tamaño de los fragmentos de roca presentes en mitad la calle.



Foto 31: 14-03-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel.
Desprendimientos de fragmentos de roca de tamaño medio y grande en la zona de parking de motocicletas.

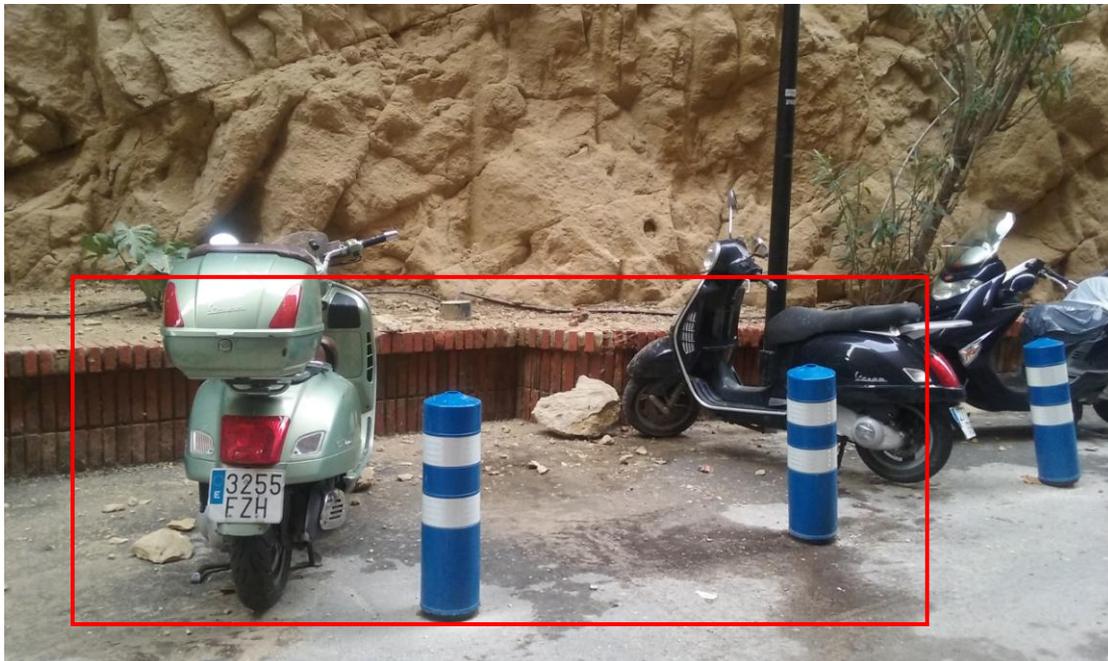


Foto 32: 14-03-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel.
Desprendimientos de fragmentos de roca de tamaño medio y grande en la zona de parking de motocicletas.



Foto 33: 14-03-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel. Desprendimientos de fragmentos de roca en la zona de parking de motocicletas.



Foto 34: 14-03-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel. Tamaño de los fragmentos de roca en la zona de parking de motocicletas.



Foto 35: 14-03-2017. Calle Sol Naciente, frente a entrada Edificio Rocafel.

Fragmentos de malla de gallinero, completamente oxidados, desprendidos junto a los fragmentos de rocas en la zona de parking de motocicletas.

En esta **Zona 2** es donde se han producido en *enero y marzo de 2017* los desprendimientos de roca mencionados en el apartado de antecedentes, algunos de los cuales estuvieron a punto de provocar graves accidentes ya que a lo largo del pie del talud de esta área se encuentra la Calle Sol Naciente que da acceso al complejo residencial y es de alto tránsito tanto de vehículos como de personas.

4.- PROPUESTAS CORRECTORAS

A partir del análisis de la situación actual del lugar donde se han producido los desprendimientos de roca (*agosto de 2016 y enero 2017*), se definen una serie de actuaciones para mejorar el actual sistema de estabilización y protección frente a desprendimientos del talud rocoso situado en la Calle Sol Naciente de Alicante, frente al Edificio Rocafel.

4.1.- Propuesta Correctora de la Zona 1 de trabajo

En esta zona, y acorde a lo mencionado en apartados previos de este informe, el riesgo de desprendimiento se observa tanto en el material Cuaternario (coluvial) de recubrimiento situado en la cabeza del talud rocoso, como algunos fragmentos y bloques de roca presentes en el talud debido a las discontinuidades que este presenta. Se proponen las siguientes medidas correctoras:

1. Desmontura parcial, a través de equipos mecánicos (retroexcavadora), del material coluvial y la realización de una cuneta en la cabeza del talud para la evacuación de aguas pluviales.
2. Limpieza del material coluvial derramado y saneo, a través de equipos mecánicos (retroexcavadora), de algunos bloques de roca presentes cerca de la cabeza del talud y que presentan posible rotura en cuña.
3. La parte más próxima a la **Zona 2** presenta diferentes juegos de discontinuidades que pueden dar lugar a rotura por cuña o plana. En este caso, dada su ubicación en la masa de roca calcarenítica, se propone su sujeción mediante la instalación de sistema de Malla Triple Torsion 6x8-14 con malla de gallinero, reforzada con bulones de acero tipo Gewi (\varnothing 20mm y longitud 2m) en cuadrícula 3X3 con cable de acero galvanizado (\varnothing 12mm) en distribución diagonal. Para garantizar un mejor resultado a largo plazo y evitar problemas de oxidación, debido al ambiente marino reinante en el entorno, se recomienda la instalación de Malla Triple Torsión con recubrimiento de PVC.

4.2.- Propuesta Correctora de la Zona 2 de trabajo

En esta zona, acorde a lo mencionado en apartados previos de este informe, el riesgo de desprendimiento, tanto de fragmentos de roca de tamaño pequeño o mediano tamaño (0,001 a 0,02 m³) como grandes bloques de masa rocosa (0,5 a >1 m³), se observa a lo largo y alto de todo el talud. Además, el talud presenta actualmente en parte de su área un sistema de protección, el cual a nuestro entender muestra deficiencias tanto de diseño como de mantenimiento.

Es necesario hacer constatar, que debido a las características del entorno donde se encuentra el talud, es decir: la proximidad al Edificio Rocafel (entre 7 y 12 metros), el discurrir de una calle longitudinalmente por su pie que da acceso a vehículos y peatones al complejo residencial y el discurrir por su cabeza de las vías del TRAM; hacen inviable la posibilidad de enmendar las deficiencias geomecánicas del talud a través de actuaciones mecánicas (martillo hidráulico) o a través de la técnica de voladura, para conformar un diseño de talud más homogéneo, resistente y que presente una nula posibilidad de formación de desprendimientos de roca.

Así mismo, el empleo de actuaciones como la creación de cunetas junto al pie del talud, o empleo de pantallas de protección de desprendimientos, ya sean estáticas (pantallas metálicas, muros de gaviones, muros de hormigón, etc.) o dinámicas (de deformación elástica o plástica), no es posible por motivos similares a los mencionados en el párrafo precedente.

Por todo ello se consideran dos posibles soluciones correctoras a través de métodos de revestimiento de la superficie del talud rocoso. La primera, donde se aprovecharía parte del sistema de protección actual y se emplearía un nuevo revestimiento en aquellas partes más debilitadas o donde no existe; y la segunda, colocación de un nuevo sistema de estabilización y protección frente a desprendimientos en todo el talud, sustituyendo al deficitario sistema actual.

4.2.1.- Solución Correctora I (Aprovechamiento Parcial del Sistema de Protección Actual)

La solución correctora que se propone en primer lugar aprovecha parte de los elementos que el sistema actual de protección presenta. Las medidas a implementar son:

1. Empleo en la zona de acceso al Edificio Rocafel, por el final de la Calle Sol Naciente, donde no existe sistema de protección, desde la cabeza del talud hasta una altura de 4,5 metros del pie del mismo, de Red de Cable de acero galvanizado $\varnothing 8\text{mm}$ y rombos internos de $250 \times 250\text{mm}$, dimensiones de los paneles $6 \times 4\text{m}$, cosidos mediante cable de acero galvanizado $\varnothing 12\text{mm}$ y anclada al terreno mediante bulones de 3m , y Malla galvanizada de Triple Torsión tipo $8 \times 10-16$. Superficie afectada: $15 \times 10 = 150 \text{ m}^2$.
2. Empleo en parte del área de mayor irregularidad y fracturación del talud rocoso, parte central que discurre paralelo al Edificio Rocafel, en sustitución del sistema actual, desde la cabeza del talud hasta una altura de 4,5 metros del pie del mismo, de Red de Anillos de acero galvanizado tipo 6:1, de 350mm de diámetro formados por 7 alambres de $\varnothing 2\text{mm}$, anclado al talud mediante bulones de acero corrugado tipo Gewi $\varnothing 25\text{mm}$ y longitud 3m en cuadrícula de $3 \times 4\text{m}$, y con Malla galvanizada de Triple Torsión tipo $8 \times 10-16$. Superficie afectada: $50 \times 25 = 1.250 \text{ m}^2$
3. Empleo en la zona de acceso al Edificio Rocafel, por la parte inicial de la Calle Sol Naciente, donde no existe sistema de protección, de de Malla galvanizada de Triple Torsión tipo $8 \times 10-16$ anclada en cabeza de talud mediante piquetas tipo garrota $\varnothing 20\text{mm}$ y $0,8 \text{ m}$ de longitud con separación 3 metros y reforzada con bulones de acero corrugado $\varnothing 25\text{mm}$ y longitud 2 m , inyectados con lechada de cemento, en disposición 4×4 , con cabeza completa más cable de acero galvanizado $\varnothing 12\text{mm}$ en disposición perimetral y diagonal. Superficie afectada: $9 \times 8 = 72 \text{ m}^2$.

4. Empleo longitudinalmente al talud rocoso y en las aéreas donde no existe protección, desde una altura comprendida entre 4 y 5 metros hasta el pie del talud, de Malla galvanizada de Triple Torsión tipo 8x10-16 anclada en cable de malla ya existente y a pie de talud mediante cable de acero galvanizado $\varnothing 12\text{mm}$ y piquetas tipo garrota $\varnothing 20\text{mm}$ y 0,8 m de longitud con separación 3 y 6 metros respectivamente. Superficie afectada: $180 \times 4,5 = 810 \text{ m}^2$.

4.2.2.- Solución Correctora II (Nuevo Sistema de Protección)

La solución correctora que se presenta en segundo lugar busca implementar un nuevo sistema de estabilización y protección frente a desprendimientos, que sustituya al actual, y se adecue correctamente a la situación existente. Las medidas a implementar son:

1. Empleo en la zona de acceso al Edificio Rocafel, por el final de la Calle Sol Naciente, en sustitución del sistema actual, un sistema de protección desde la cabeza del talud hasta una altura de 4 metros del pie del mismo, de Red de Cable de acero galvanizado $\varnothing 8\text{mm}$ y rombos internos de 250x250mm, dimensiones de los paneles 6x4m, cosidos mediante cable de acero galvanizado $\varnothing 12\text{mm}$ y anclada al terreno mediante bulones de 3m, y Malla galvanizada de Triple Torsión tipo 8x10-16. Superficie afectada: $36 \times 10 = 360 \text{ m}^2$.
5. Empleo en toda el área de mayor irregularidad y fracturación del talud rocoso, parte central que discurre paralelo al Edificio Rocafel, en sustitución del sistema actual, desde la cabeza del talud hasta una altura de 4,5 metros del pie del mismo, de Red de Anillos de acero galvanizado tipo 6:1, de 350mm de diámetro formados por 7 alambres de $\varnothing 2\text{mm}$, anclado al talud mediante bulones de acero corrugado tipo Gewi $\varnothing 25\text{mm}$ y longitud 3m en cuadrícula de 3x4m, y con Malla galvanizada de Triple Torsión tipo 8x10-16. Superficie afectada: $95 \times 25 = 2.375 \text{ m}^2$.

6. Empleo longitudinalmente al talud rocoso y en las aéreas de utilización de Red de Cable y Red de Anillos, desde una altura de 4,5 metros hasta el pie del talud, de Malla galvanizada de Triple Torsión tipo 8x10-16 anclada en cable de malla a la Red de Cable y Anillo mencionada y a pie de talud mediante cable de acero galvanizado $\varnothing 12\text{mm}$ y piquetas tipo garrota $\varnothing 20\text{mm}$ y 0,8 m de longitud con separación 3 y 6 metros respectivamente. Superficie afectada: $180 \times 4,5 = 810\text{m}^2$.

7. Empleo en la zona de acceso al Edificio Rocafel, por la parte inicial de la Calle Sol Naciente, donde no existe sistema de protección y en sustitución del actual oxidado, de Malla galvanizada de Triple Torsión tipo 8x10-16 anclada en cabeza de talud mediante piquetas tipo garrota $\varnothing 20\text{mm}$ y 0,8 m de longitud con separación 3 metros y reforzada con bulones de acero corrugado $\varnothing 25\text{mm}$ y longitud 2 m, inyectados con lechada de cemento, en disposición 4x4, con cabeza completa más cable de acero galvanizado $\varnothing 12\text{mm}$ en disposición perimetral y diagonal. Superficie afectada: $46 \times 8 = 368 \text{ m}^2$.

A nuestro criterio, la **solución** correctora propuesta que alcanza el **óptimo de satisfacción** al problema a resolver es la **Solución Correctora II**, ya que la Solución Correctora I no deja de ser una solución transitoria hasta el momento en el que se pudieran realizar los trabajos conducentes a la Solución Correctora II.

5.- PRIORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS

Siendo necesarias las actuaciones correctoras propuestas, considerando una matriz de riesgos para establecer prioridades en la ejecución de dichas medidas correctoras, podemos agrupar las acciones a realizar en dos categorías: urgentes y necesarias.

- ✓ Las **acciones urgentes**, son aquellas que deben efectuarse lo antes posible, corresponden con aquellas medidas correctoras ubicadas en la **Zona 2** mencionadas en este informe.
- ✓ Las **acciones necesarias**, son aquellas que deben realizarse pero pueden ser pospuestas en el tiempo hasta que se produzcan las circunstancias favorables para llevarlas a cabo, corresponden con aquellas medidas correctoras ubicadas en la **Zona 1** mencionadas en este informe.

El criterio empleado para la estimación del riesgo que actualmente existe por desprendimientos de rocas en la Calle Sol Naciente es:

		Consecuencias si se produce el riesgo		
		Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino
Probabilidad de que se produzca el riesgo	Baja	Riesgo Trivial	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado
	Media	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado	Riesgo Importante
	Alta	Riesgo Moderado	Riesgo Importante	Riesgo Intolerable

En la **Zona 1**, existe una probabilidad media de que se produzca un riesgo y las consecuencias de los mismos estarían encuadradas entre ligeramente dañinas y dañinas, lo que da como resultado unos Riesgos Tolerables y Moderados.

En la **Zona 2**, existe una probabilidad media/alta de que se produzca un riesgo y las consecuencias de los mismos estarían encuadradas entre dañinas y extremadamente dañinas, lo que da como resultado unos Riesgos Importantes e Intolerables.

6.- PRESUPUESTO

En el presente apartado del informe pasamos a desglosar solamente el presupuesto asociado a las Solución Correctora II de la **Zona 2** de tratamiento de taludes rocosos, debido a la urgente necesidad de efectuar dichas actuaciones para reducir el riesgo existente de desprendimientos de rocas en la Calle Sol Naciente. El precio de retirada y sustitución del sistema actual está implícito en las partidas que se desarrollan en el cuadro de precios.

Asimismo, a dicho presupuesto le sumamos una partida alzada de las actuaciones correctoras de la **Zona 1**.

Estos presupuestos son aproximados, llevándose las liquidaciones finales a cabo mediante la base de las mediciones reales a las que se aplicarán los precios unitarios correspondientes.

6.1.- Cuadro de precios de la Solución Correctora II

Nº	Uds.	Concepto	Precio	Importe
1	360	M2. de de Red de Cable de Acero galvanizado \varnothing 8mm. y rombos internos de 2500x250mm. Carga de trabajo 45Kn/m ² . Dimensión de paneles 6x4m., cosidos mediante cable de acero galvanizado \varnothing 12mm. y anclada al terreno mediante bulones de 3m., y malla triple torsión tipo 8x10-16 previamente instalada. Incluye suministro y totalmente instalada.	75,00 €	27.000,00 €
2	2.375	M2. de Red de Anillos de Acero Galvanizado tipo 6:1, de 350mm. de diámetro formados por 7 alambres de 2mm., galvanizado especial Zn+Al., con carga de Trabajo 100Kn/m ² , anclado al talud mediante bulones de Acero Corrugado tipo Gewi \varnothing 25mm. long. 3m. y en cuadrícula 3x4m. con placa de reparto y tuerca de apriete y malla triple torsión tipo 8x10-16 previamente instalada. Incluye suministro y totalmente instalada	84,00 €	199.500,00 €
3	368	M2. de suministro y colocación de malla galvanizada de triple torsión tipo 8x10-16 (\varnothing 2,7mm) anclada en cabeza talud mediante piquetas tipo garrota \varnothing 20mm. y 0,8m. de long. con separación 3m., reforzada con bulones de acero corrugado \varnothing 25mm y long. 2m, inyectados con lechada de cemento, en disposición cada 16m ² (4H x 4V), con cabeza completa, más cable de acero galvanizado \varnothing 12mm en disposición perimetral y diagonal.	24,50 €	9.016,00 €
4	810	M2. de suministro y colocación de malla galvanizada de triple torsión colgada tipo 8x10-16 (\varnothing 2,7mm) anclada en cable de malla ya colocada y a pie de talud mediante cable de acero galvanizado \varnothing 12mm. y piquetas tipo garrota \varnothing 20mm. Y 0,8m. de long. con separación 3 y 6m. respectivamente.	9,60 €	7.776,00 €
5	-	M2. Saneo de material suelto sobre talud y en coronación, con medios manuales y equipo de especialistas en escalada	1,60 €	0,00 €
6	-	Ud. Jornada de parada de equipo de especialistas en escalada por causas ajenas a Geotraver	1.200,00 €	0,00 €
5	1	Ud. de implantación y retirada de equipo de perforación e inyección de bulones en altura.	800,00 €	800,00 €

Aplicando a las mediciones, los precios de los Cuadro de los Precios para la Solución Correctora II, se obtienen unos Presupuestos de Ejecución Material de:

- ✓ Solución Correctora II: **Doscientos cuarenta y cuatro mil noventa y dos euros (244.092,00 euros)**
- ✓ Partda alzada de las Correcciones de la Zona 1: **Cuarenta y cinco mil euros (45.000,00 euros)**

El **Presupuesto Total** asciende a: **Doscientos ochenta y nueve mil noventa y dos euros (289.092,00 euros)**

A estos Presupuestos será necesario sumar el IVA vigente según legislación.

7.- PLAZOS DE EJECUCIÓN

Los plazos de ejecución de los trabajos asociados a las Soluciones Correctoras II, pertenecientes a la **Zona 2**, propuestas y descritas en este informe, estarán comprendidos entre 8 y 10 semanas.

8.- CONCLUSIONES

Por todo lo mostrado en el presente Informe Técnico, queda expuesta la problemática existente en el talud rocoso de la Calle Sol Naciente, que discurre paralelo al Edificio Rocafel, así como las medidas correctoras necesarias para evitar en un futuro nuevos desprendimientos de rocas.

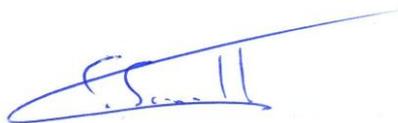
Se recomienda, hasta que se puedan realizar las medidas correctoras descritas y propuestas, vallar el perímetro próximo al talud rocoso que discurre paralelo al Edificio Rocafel de la Calle Sol Naciente, para evitar aproximaciones de personas y vehículos (fundamentalmente motocicletas) a dicha zona, especialmente sensible a los desprendimientos.

La valla se colocará a metro y medio del pie del talud a lo largo del perímetro mencionado, presentando una longitud el vallado: 150m. Se adjunta imágenes y plano de dicho perímetro a vallar en el Anexo.

Alicante, marzo de 2017

Equipo Redactor

Ingeniero Técnico de Minas



Santiago Soravilla Hernández
Colegiado N° 943

Ingeniero Técnico de Minas

Ingeniero Geólogo



Erasmo Cremades Pérez
Colegiado N° 1375

ANEXO

Como consecuencia de los desprendimientos de rocas ocurridos debidos a los eventos tormentosos de los días *12 y 13 de marzo de 2017* se recomienda vallar el perímetro próximo al talud rocoso que discurre paralelo al Edificio Rocafel de la Calle Sol Naciente, para evitar aproximaciones de personas y vehículos (fundamentalmente motocicletas) a dicha zona especialmente sensible a los desprendimientos.

La valla se colocará a metro y medio del pie del talud a lo largo del perímetro mencionado. Longitud de vallado: 150m. Se adjunta imágenes y plano de dicho perímetro a vallar.



Imagen 1: Ubicación de la zona de actuación. Edificio Rocafel en Calle Sol Naciente



Imagen 2: Perímetro a vallar en Calle Sol Naciente. Perímetro de seguridad de protección frente a posibles desprendimientos.



Foto 1: Proyección de la ubicación de la valla de perímetro del talud.

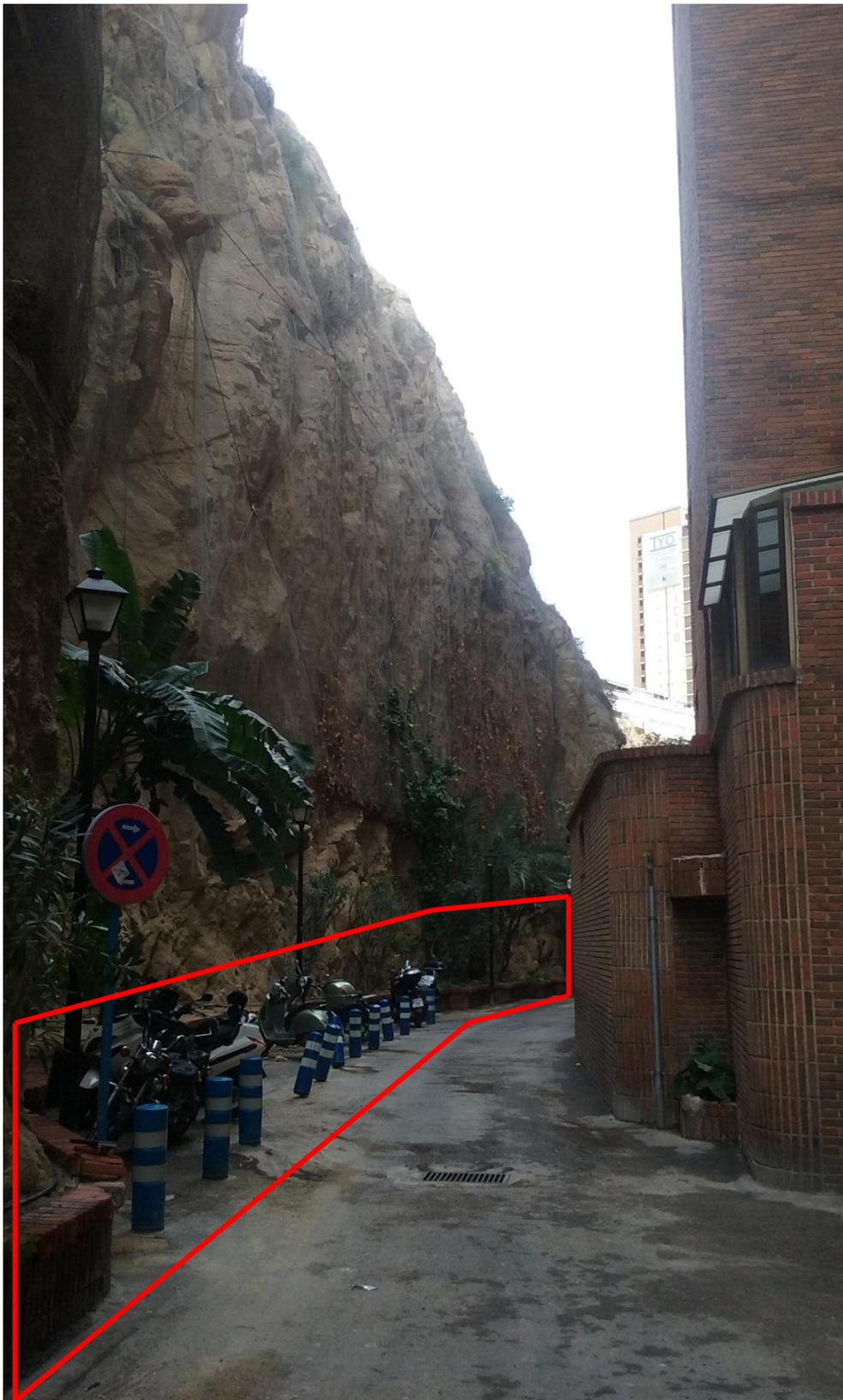
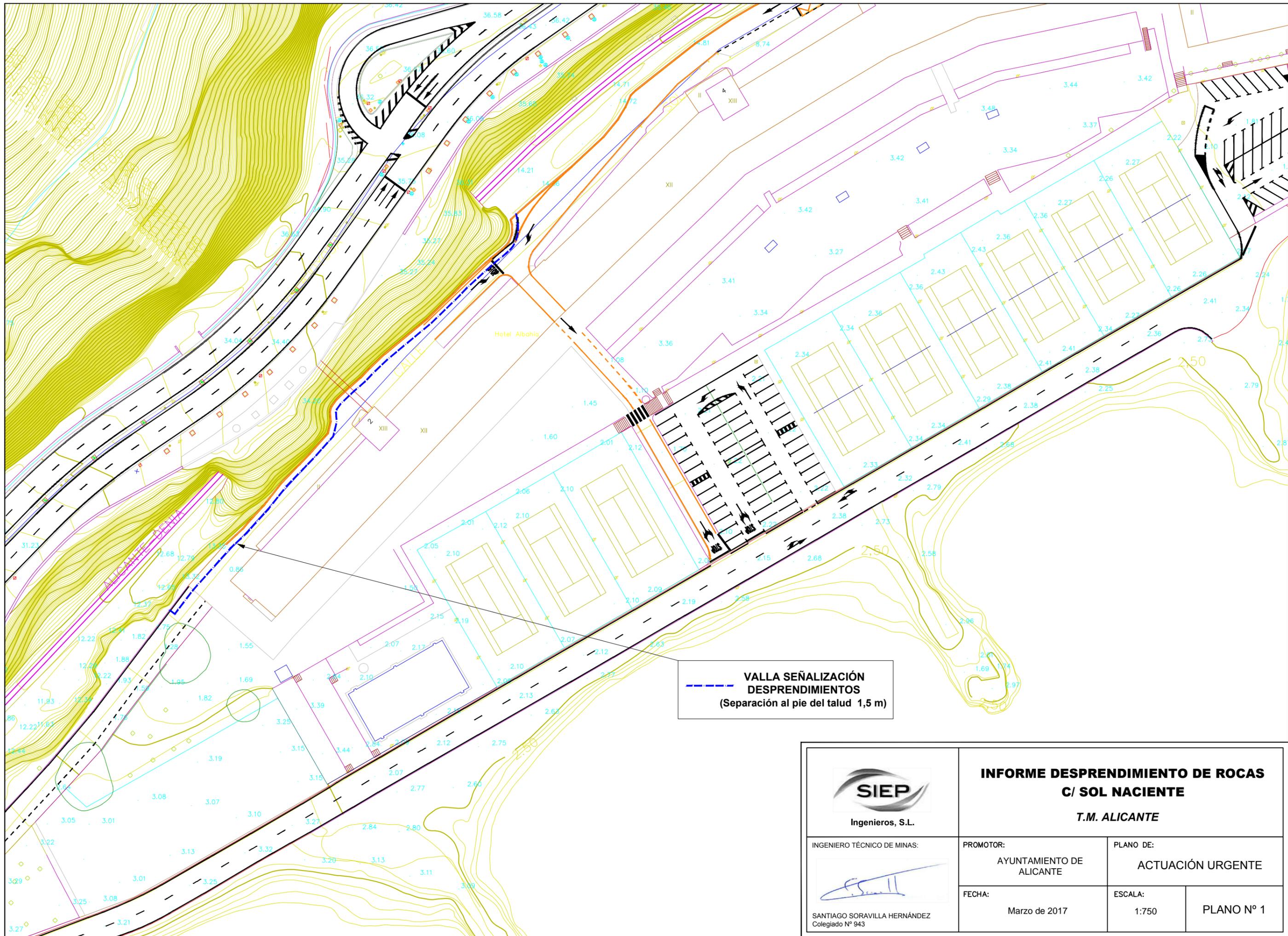


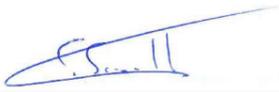
Foto 2: Proyección de la ubicación de la valla de perímetro del talud



Foto 3: Continuación de la valla existente en Calle Sol Naciente. Distancia al pie del talud 1,5 m.



**VALLA SEÑALIZACIÓN
DESPRENDIMIENTOS**
(Separación al pie del talud 1,5 m)

 Ingenieros, S.L.		INFORME DESPRENDIMIENTO DE ROCAS C/ SOL NACIENTE T.M. ALICANTE	
INGENIERO TÉCNICO DE MINAS:  SANTIAGO SORAVILLA HERNÁNDEZ Colegiado Nº 943	PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ALICANTE	PLANO DE: ACTUACIÓN URGENTE	
	FECHA: Marzo de 2017	ESCALA: 1:750	PLANO Nº 1