



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España



EXCMO. AYUNTAMIENTO  
DE  
**JUMILLA**  
(MURCIA)

# ESTUDIO DE RIESGOS POR DESPRENDIMIENTOS EN EL CERRO DEL CASTILLO DE JUMILLA (MURCIA)



Ingeniería GeoAmbiental

Madrid 1999

6

01246

ESTUDIO DE RIESGOS GEOLOGICOS POR  
DESPRENDIMIENTOS EN EL CERRO DEL  
CASTILLO DE JUMILLA (MURCIA)

Este estudio ha sido realizado por el siguiente equipo:

- D. Francisco Javier Ayala Carcedo

\* Ingeniero de Minas

\* Director del Estudio

I.T.G.E.

- Dña Mercedes Ferrer Gijón

\* Licenciada en C.C. Geológicas

I.T.G.E.

- D. José Antonio Grao del Pueyo

\* Licenciado en C.C. Geológicas

GEONOC, S.A.

## INDICE

- 1.- INTRODUCCION.
- 2.- ANTECEDENTES.
- 3.- LOCALIZACION GEOGRAFICA.
- 4.- ENCUADRE GEOLOGICO.
- 5.- ANALISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA SITUACION DE RIESGO.
  - 5.1. Problemática general.
  - 5.2. Características geotécnicas de los materiales y discontinuidades.
  - 5.3. Condicionantes metereológicos.
  - 5.4. Condicionantes sismotectónicos.
- 6.- DESCRIPCION DE LA SITUACION DE RIESGO. DIVISION POR ZONAS.
- 7.- MEDIDAS CORRECTORAS.
  - 7.1. Valla Protectora Rígida.
  - 7.2. Valla Protectora Flexible.
  - 7.3. Labores de saneo.
  - 7.4. Recalce de bloques.
  - 7.5. Sellado de grietas.
  - 7.6. Reforestación.
- 8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El Instituto Tecnológico Geominero de España (I.T.G.E.), ha realizado con la colaboración de GEONOC,S.A. un estudio sobre riesgos geológicos inducidos por desprendimientos de rocas en la localidad murciana de Jumilla. El punto en concreto lo constituye el Cerro del Castillo.

El estudio se enmarca dentro del conjunto de trabajos de investigación que el I.T.G.E. realiza para el control de situaciones inestables del entorno geológico.

Los trabajos están destinados al análisis de las características del fenómeno, a evaluar el grado de riesgo de la situación y a dictaminar unas conclusiones y recomendaciones a seguir para la solución del problema.

Este trabajo se ha reallizado en virtud de la asistencia técnica solicitada por la Alcaldía de Jumilla a este Instituto.

Madrid, Enero de 1990

## 1.- INTRODUCCION.

El fenómeno analizado afecta fundamentalmente a las laderas S y SW del Cerro del Castillo, a pie de los cuales se asienta la población, llegando a cubrir las casas la parte baja del cerro.

Los materiales presentes, dolomías en paquetes y margas dolomíticas, buzan hacia el pueblo con algo menos de 30°. La propia estructura de las rocas, y los efectos de la erosión, han definido una serie de grandes placas dolomíticas fracturadas que parecen apuntar hacia las viviendas situadas pendiente abajo.

Los frentes y laderas de estas placas se encuentran afectados por grietas y fracturas que individualizan bloques de hasta varios metros cúbicos de volumen.

El problema planteado es encontrar la solución más adecuada para evitar o prevenir el riesgo existente. Para ello se hace un estudio y análisis de la situación y de los materiales (de características y propiedades) para conocer el grado de riesgo y la posibilidad de que ocurra algún tipo de movimiento. En base a esto se aportan las medidas a tomar y las actuaciones más adecuadas que deberían ser llevadas a cabo en la zona.

## 2.- ANTECEDENTES.

El riesgo por desprendimientos en el Cerro del Castillo de Jumilla no es un fenómeno reciente. Ya en junio de 1978 se produjeron despredimientos de bloques que motivaron múltiples actuaciones del Ayuntamiento, pidiendo ayuda a algunos organismos, durante los años siguientes al desprendimiento.

En Julio de 1989 el Arquitecto Municipal emite informe con una realación de propuesta. En ese mismo mes, el Arquitecto Técnico Municipal realiza un proyecto con valoración economica para la construcción de un muro y una serie de aspás hincadas.

El 27 de Septiembre de 1989 emite un Informe la Demarcación de Carreteras de Murcia en colaboración con la oficina del I.T.G.E. con sede asimismo en Murcia.

EL 4 de octubre de 1989 el Alcalde decide, a propuesta del Informe antes mencionado, solicitar al Instituto Tecnológico GeoMinero de España (I.T.G.E.) de Madrid, la elaboración de un Informe. También solicita otro informe a la dirección del Medio Ambiente y a alguna empresa especializada.

En Octubre de 1989, Dragados y Construcciones S.A. realiza un informe en el que se sugiere como soluciones la voladura controlada o la estabilización o anclaje en masa.

A finales de este mismo mes (Octubre de 1989) se decide por pleno Municipal, acometer las obras según las medidas propuestas por el Arqtº Municipal. posteriormente se decide, ante la eminente visita a la zona de los técnicos del I.T.G.E., no empezar las obras hasta que se reciba el informe por ellos elaborado. No obstante se desalojan una serie de viviendas situadas al pie de la ladera con bloques inestables.

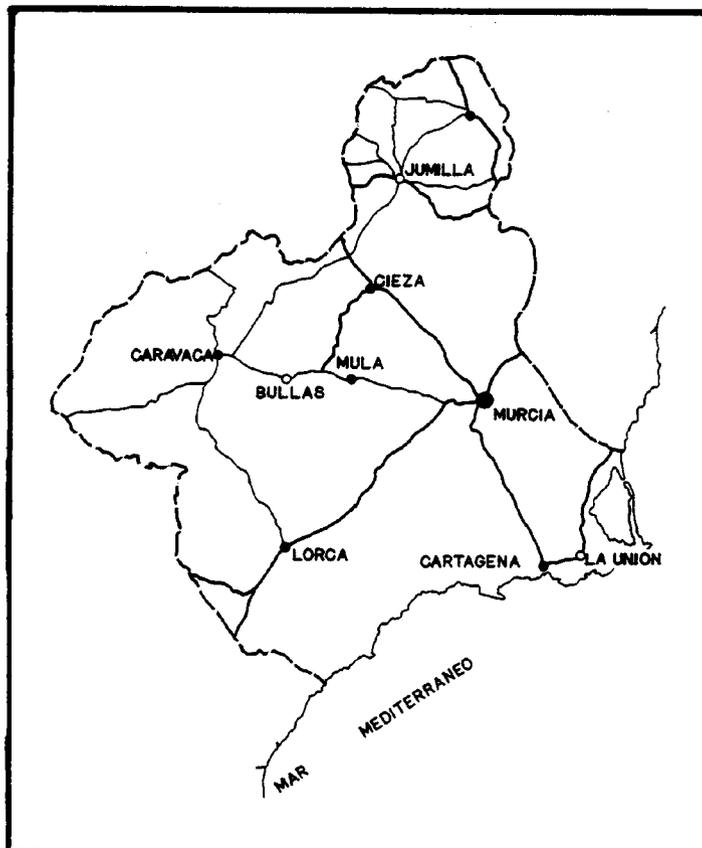
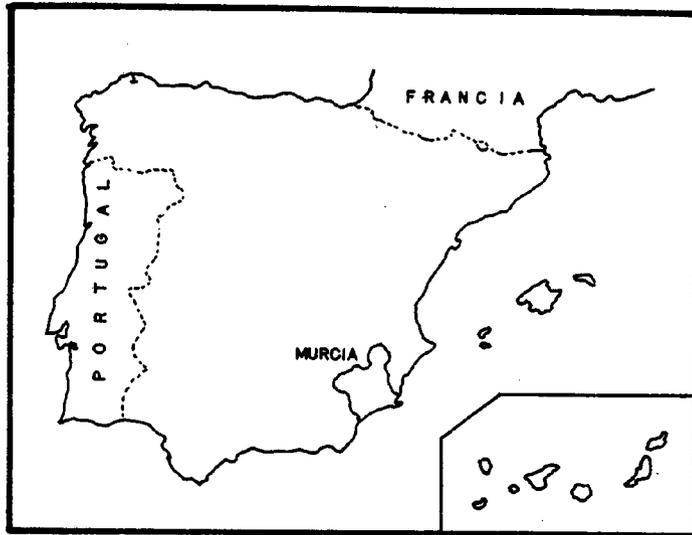
El 16 y 17 de Noviembre técnicos del Instituto visitan la zona en compañía de los Concejales D. José Sánchez Guardiola y D. José Luis Cruz Gil, después de haber sido informados por el propio alcalde, D. Dionisio González Otazo.

### 3.- LOCALIZACION GEOGRAFICA

La localidad de Jumilla está situada al Norte de la Provincia de Murcia y a ella se accede por la C- 3213 o bien por la C-3314, que parten de la N-301 Madrid-Murcia.

La zona en estudio se localiza en la ladera S-SW del Cerro del Castillo de localidad de Jumilla (Murcia).

# LOCALIZACION GEOGRAFICA



#### 4.- ENCUADRE GEOLOGICO.

Jumilla se localiza en la parte externa de las cordilleras Béticas, y dentro de ella, en la zona Prebética.

Dentro del Prebético, y desde el punto de vista paleogeográfico, se pueden distinguir (L. JEREZ, 1973) varios dominios, que invariablemente están condicionados por sus cercanías al zócalo paleozoico aflorante en la meseta. Estos dominios serían, de Norte a Sur:

- Prebético externo.
- Prebético interno.
- Prebético meridional.

Jumilla está situada en el límite de dos de estos dominios, entre el Prebético externo y el interno.

En el cerro del castillo de Jumilla afloran los siguientes materiales de edad Cretácica, formando una cuesta estructural:

\* Albiense (facies "Utrillas")

Bajo el complejo dolomítico que más adelante describiremos, aparecen arena blanca y arcillas margosas en facies Utrillas.

Aparecen en el extremo occidental del cerro, y sobre estos materiales se han excavado numerosas cuevas.

\* Albiense Superior-Cenomanense Inferior

Por encima de los materiales en Facies Utrillas, afloran en la zona occidental del cerro, una alternancia de calizas, areniscas y dolomías. Los paquetes de arenisca se han excavado formando cuevas, en algunas de las cuales se han producido hundimientos de la bóveda carbonatada.

Por los foraminíferos esta formación se debe atribuir al Cenomanense.

\* Cenomanense-Turonense

Se trata de una alternancia de dolomías, algo deleznales, a veces con pequeños foraminíferos (Lituólidos) y margas dolomíticas amarillas totalmente azoicas.

Al microscopio aparecen cristalizadas en grano muy fino. Son de origen secundario y proceden de micritas y biomicritas.

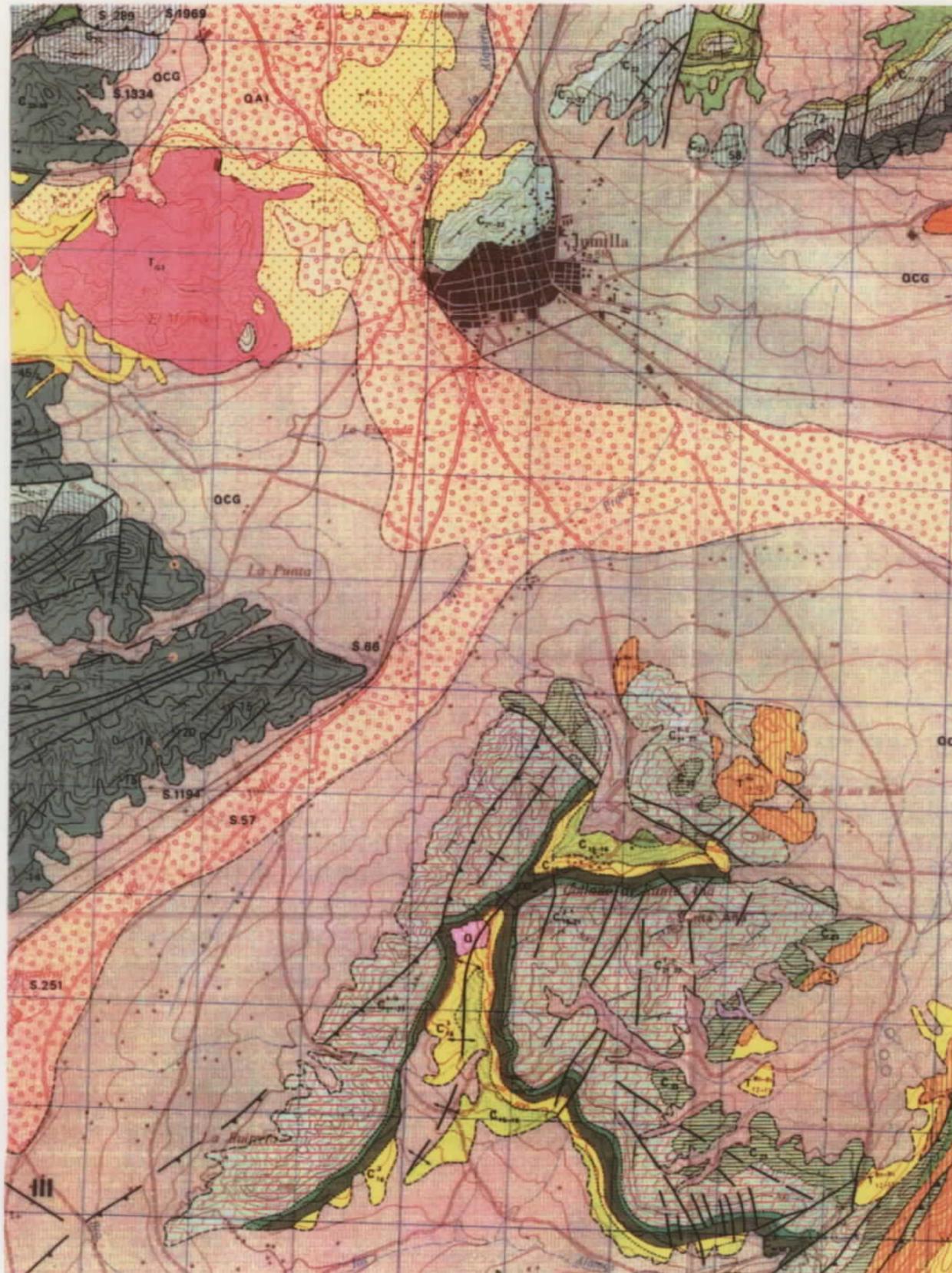
Afloran en la mayor parte del cerro y sobre las margas dolomíticas amarillentas se localizan las estabilidades objeto

del presente estudio. En la zona estudiada se apoyan sobre dolomías blanquecinas más resistentes. Se presentan en capas de entre 0,20 y 1 metro de espesor con dirección N-40 E y con un buzamiento de 20-30° S, a favor de la pendiente de la ladera Sur del cerro, que linda con el pueblo de Jumilla y que presenta el mayor riesgo de desprendimientos.

Se han localizado una familia de fracturas subparalelas a la dirección de las capas y que puede favorecer el desprendimiento de bloques o conjunto de bloques.

# JUMILLA

## LEYENDA



### FORMACIONES POST-OROGENICAS

CUATERNARIO		QG	QCG	QL	QAb	QA1	Q
TERCIARIO	NEOGENO	PLIOCENO					
		AND - MESS.		F.C.			
	MIOCENO	TORTONIENSE					
		SERRAVALIENSE					

Q	Indiferenciado
QA1	Aluviones
QAb	Abanicos aluviales
QL	Derrubios de ladera
QCG	Coluvial y glaci reciente
QG	Glaci antiguos
T <sub>1</sub> <sup>s</sup>	Arcillas y conglomerados
T <sub>2</sub> <sup>s</sup>	Arcillas, limos y conglomerados
T <sub>3</sub> <sup>s</sup>	Calizas Travertinicas
T <sub>4</sub> <sup>s</sup>	Calizas bioclasticas
T <sub>5</sub> <sup>s</sup>	Margas
T <sub>6</sub> <sup>s</sup>	Conglomerados, areniscas y calizas arenosas
C <sub>1</sub> <sup>s</sup>	Calizas arenosas rojizas con Orbitoides
C <sub>2</sub> <sup>s</sup>	Calizas blancas brechoides
C <sub>3</sub> <sup>s</sup>	Dolomias y calizas dolomiticas bien estratificadas
C <sub>4</sub> <sup>s</sup>	Dolomias masivas
C <sub>5</sub> <sup>s</sup>	Dolomias y margas dolomiticas alternando
C <sub>6</sub> <sup>s</sup>	Dolomias y calizas amarillentas con grandes Orbitolinas
C <sub>7</sub> <sup>s</sup>	Arenas y arcillas
C <sub>8</sub> <sup>s</sup>	Arenas, arcillas, areniscas y conglomerados

### PREBETICO EXTERNO

TERCIARIO	NEOGENO	MIOCENO	MED	LANGHIENSE	
				T <sub>1</sub> <sup>s</sup>	
PAL	OLIGOCENO	BURDIGALIENSE		T <sub>2</sub> <sup>s</sup>	
		AQUITANIENSE		T <sub>3</sub> <sup>s</sup>	
CRETACICO	SUPERIOR	SENONIENSE	MAESTR.	T <sub>4</sub> <sup>s</sup>	
			CAMPANIAN.	T <sub>5</sub> <sup>s</sup>	
		TURONIENSE	T <sub>6</sub> <sup>s</sup>		
	INFERIOR	CENOMAN	INFERIOR	C <sub>1</sub> <sup>s</sup>	
			SUPER.	C <sub>2</sub> <sup>s</sup>	
		ALBIENSE	C <sub>3</sub> <sup>s</sup>		
NEOCOMIENSE		C <sub>4</sub> <sup>s</sup>			

### SIGNOS CONVENCIONALES

	Anticlinal		Contacto mecánico
	Anticlinal deducido		Dirección y cantidad de buzamiento
	Sinclinal		Dirección y cantidad de buzamiento aproximado (0-30) (30-60) (60-90)
	Sinclinal deducido		Buzamiento subvertical
	Sinclinal tumbado		Buzamiento subhorizontal
	Falla		Dirección y buzamiento invertido
	Falla supuesta		Sondeo
	Falla con indicación del hundimiento		Sondeo profundo (petrolifero)
	Falla inversa		Manantial o fuente
	Falla con indicación del corrimiento		Pozo
	Frente de cabalgamiento o manto de corrimiento		Cantera
	Frente de cabalgamiento o manto de corrimiento probable o dudoso		Dolina
	Contacto normal o concordante		Fósiles
	Contacto por discordancia		

Escala 1:50.000



Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante  
Cuadrícula Lambert—Equidistancia de las curvas de nivel, 20 metros  
Proyección U.T.M.—Elipsoide Internacional

# MAPA GEOLOGICO

## 5.- ANALISIS DE LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA SITUACION DE RIESGO.

### 5.1.Problemática general.

El Cerro del Castillo de Jumilla presenta en sus laderas Sur y Suroeste numerosos bloques inestables que confieren un alto riesgo de daños a las viviendas y vías de comunicación situadas al pie del talud, debido a la potencialidad de desprendimientos de rocas como consecuencia de grandes lluvias, sismos, o simplemente por la inestabilidad que afecta al macizo.

El deslizamiento general de las placas (estratos) de masa rocosa a favor de un plano de estratificación es descartado por el ángulo de rozamiento interno del material, así como por la rugosidad de las juntas y la ausencia de relleno en las mismas. Por tanto, las actuaciones que se van a proponer en el presente estudio van a consistir en medidas correctoras de desprendimientos de bloques, individualizados en el macizo por grietas y fracturas abiertas. El buzamiento de las capas subparalelas a la pendiente de la ladera (cuesta estructural) favorece el desprendimiento de bloques a favor de planos de estratificación. Asimismo se han localizado puntualmente algunos niveles intercalados de resistencia menor y que, por efecto de la erosión, han dado lugar a voladizos en los tramos suprayacentes de mayor

competencia (dureza). Finalmente ha intervenido también la acción de las plantas, al introducir sus raíces por hendiduras y grietas, y presionar dando lugar a la apertura de las mismas.

La proximidad de edificaciones indebidamente situadas al pie de la ladera con bloques inestables, aumenta considerablemente el riesgo de daños para personas y bienes como consecuencia de los desprendimientos de rocas.

También se ha reflejado en el presente estudio, a pesar de constituir un riesgo diferente, los fenómenos de hundimientos o colapsos de bóvedas de las cuevas situadas en el extremo SW del Cerro. En estos casos, la excavación de cuevas en tramos arenosos intercalados entre los materiales carbonatados, ha originado que queden en voladizo los tramos más competentes. Alguna de estas cornisas se ha desprendido, o bien se ha producido el colapso o hundimiento de la bóveda de la cueva.

#### 5.2. Características geotécnicas de los materiales y discontinuidades.

En el apartado 4 han sido descritas las litologías involucradas en las inestabilidades que son objeto del presente estudio.

Los parámetros geotécnicos de la matriz rocosa no van a ser representativos puesto que el aspecto más importante para determinar la estabilidad del mazizo rocoso es la resistencia al corte de las discontinuidades de la roca, y sobre todo de los planos de estratificación.

Las discontinuidades más importantes y problemáticas (Planos de estratificación) presentan una gran rugosidad y carecen de relleno.

Los parámetros geotécnicos asignables a estas discontinuidades sobre materiales carbonatados son los siguientes (1):

	PICO		RESIDUAL	
	C' (T/m <sup>2</sup> )	$\psi$ (°)	C' (T/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)
DOLOMIAS	0	> 45	0	33-37

Al ser el buzamiento de los estratos inferior a 30° en todas las medidas efectuadas, sólo con la fricción ( $\phi$ ) se garantiza la inexistencia de un posible deslizamiento de las grandes placas de la masa rocosa a favor de los planos de estratificación.

(1) Extrado de JIMINEZ SALAS "Geotécnia y Cimientos" Vol I

### 5.3. Condicionantes metereológicos.

Esta zona situada al interior de la Provincia y con un relieve importante, presenta acusadas diferencias climáticas que la distinguen del clima litoral. Así, las temperaturas en invierno alguna vez bajan por debajo de 0°C. Y dan lugar a heladas locales.

El otoño y la primavera son épocas muy lluviosas. Es en éstas épocas del año cuando se da el fenómeno conocido como "Gota Fría". Caracterizado por la abundancia de precipitaciones de carácter torrencial provocando fenómenos de arrastre, desbordamiento de barrancos e inundaciones.

En ocasiones se producen intensas lluvias que dan lugar a importantes lavados de los materiales margos y carbonáticos muy alterados originando descalce de bloques e incrementando la inestabilidad.

Los fenómenos de erosión y arrastre son tan importantes en esta localidad que se han construido una gran cantidad de muros de gaviones en toda la ladera Sur del Cerro del Castillo, en forma de pequeños diques, con vistas a evitar sus efectos.

#### 5.4 Condicionantes sismotectónicos.

Jumilla está situada en una zona de alto riesgo sísmico (Grado 7), según la Norma Sismorresistente.

Todos los terremotos de magnitud importante tienen sus epicentros en fallas que muestran una actividad tectónica clara durante el cuaternario (Fallas activas).

En las proximidades de Jumilla se han localizado fallas de desgarre que afectan a materiales del Mioceno Superior, Plioceno e incluso del Cuaternario.

El riesgo sísmico es por tanto un factor que va a poder contribuir a desencadenar desprendimientos importantes en las laderas del Cerro del Castillo.

6.- DESCRIPCION DE LA SITUACION DE RIESGO. DIVISION POR ZONAS.

El promontorio se ha dividido por zonas para facilitar su estudio, así como para la realización de las actuaciones propuestas.

La delimitación de las zonas se ha realizado en función de una escala relativa de riesgo. Esta escala se ha elaborado en base a 2 parámetros:

- El Grado de Inestabilidad de bloques rocosos.
- La proximidad de las edificaciones (Riesgo de daños).

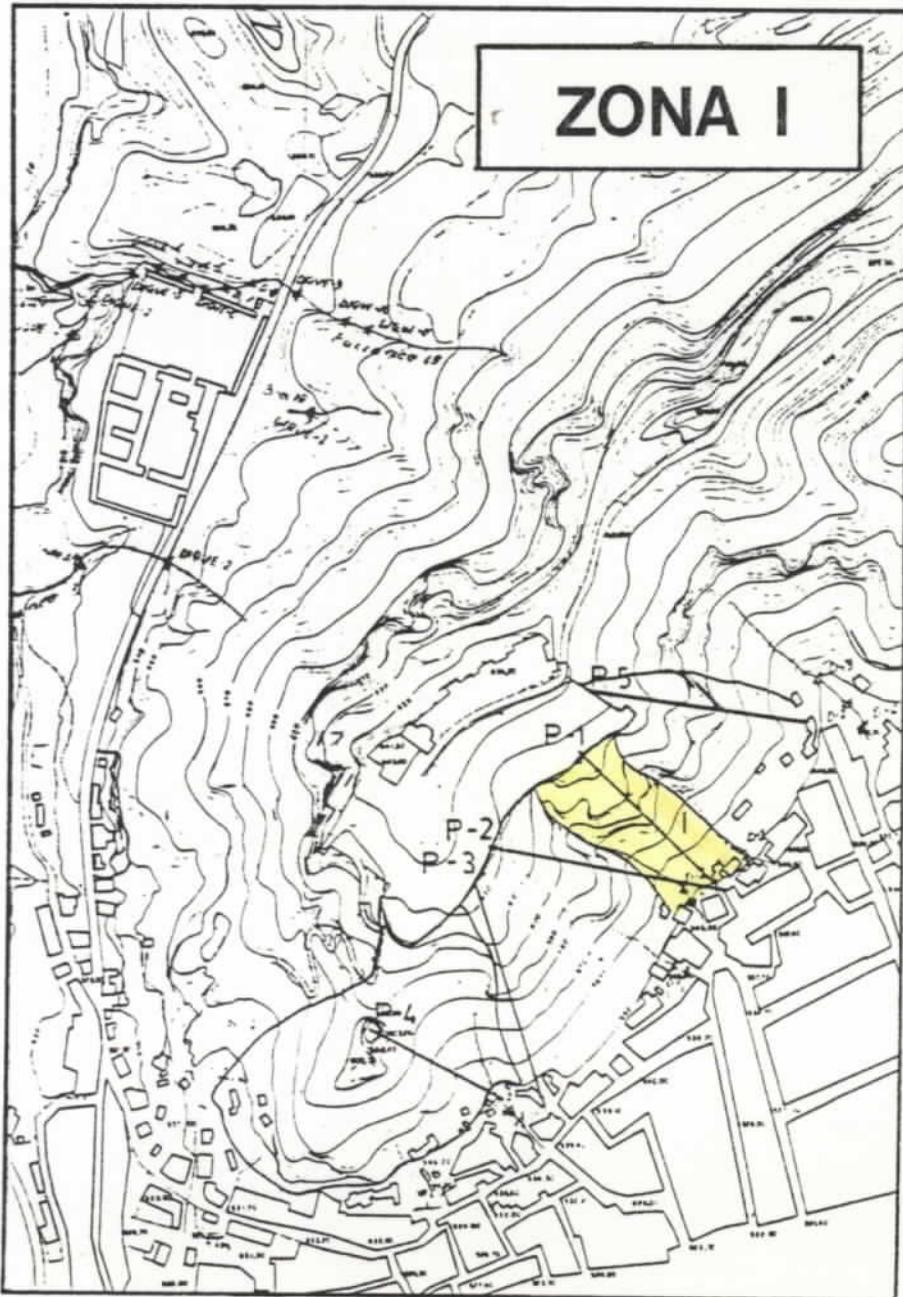
El riesgo es Alto en la zona I, Medio en la zona II, Medio-Bajo en la zona III, y Bajo en la zona IV. La zona V no se ha calificado dentro de esta escala relativa

Todas las actuaciones que se realicen deberán empezar por la zona que entrañe mayor riesgo (la I) y terminar por la que menos (la IV).

De cada zona se ha realizado una descripción detallada así como una enumeración de las medidas correctoras propuestas y un coste estimativo de las mismas.

En el Capítulo 7 se explican de una forma más detallada estas medidas propuestas.

# ZONA I





DESCRIPCION

ZONA Nº V

Esta zona la forman antiguas cuevas excavadas en la roca y en las que posteriormente se ha producido el "colapso" de la bóveda o el desprendimiento de algunos bloques en voladizo. A partir del desprendimiento de uno de estos bloques se produjo el saneo de otros bloques inestables, y se desalojaron las viviendas que podían ser afectadas por los mismos.

GRADO DE RIESGO

- Máximo
- Medio
- Bajo

FOTOGRAFIAS 11 y 12

PERFIL

CORRECCION Y VALORACION ECONOMICA

- Saneo
- Recalce
- Valla protectora rigida
- sellado de grietas
- Valla protectora flexible
- Reforestación (opcional)

Unidades	Precio Unitario	Total
----------	-----------------	-------

Imprevistos 15 %

IVA 12 %

SUMA

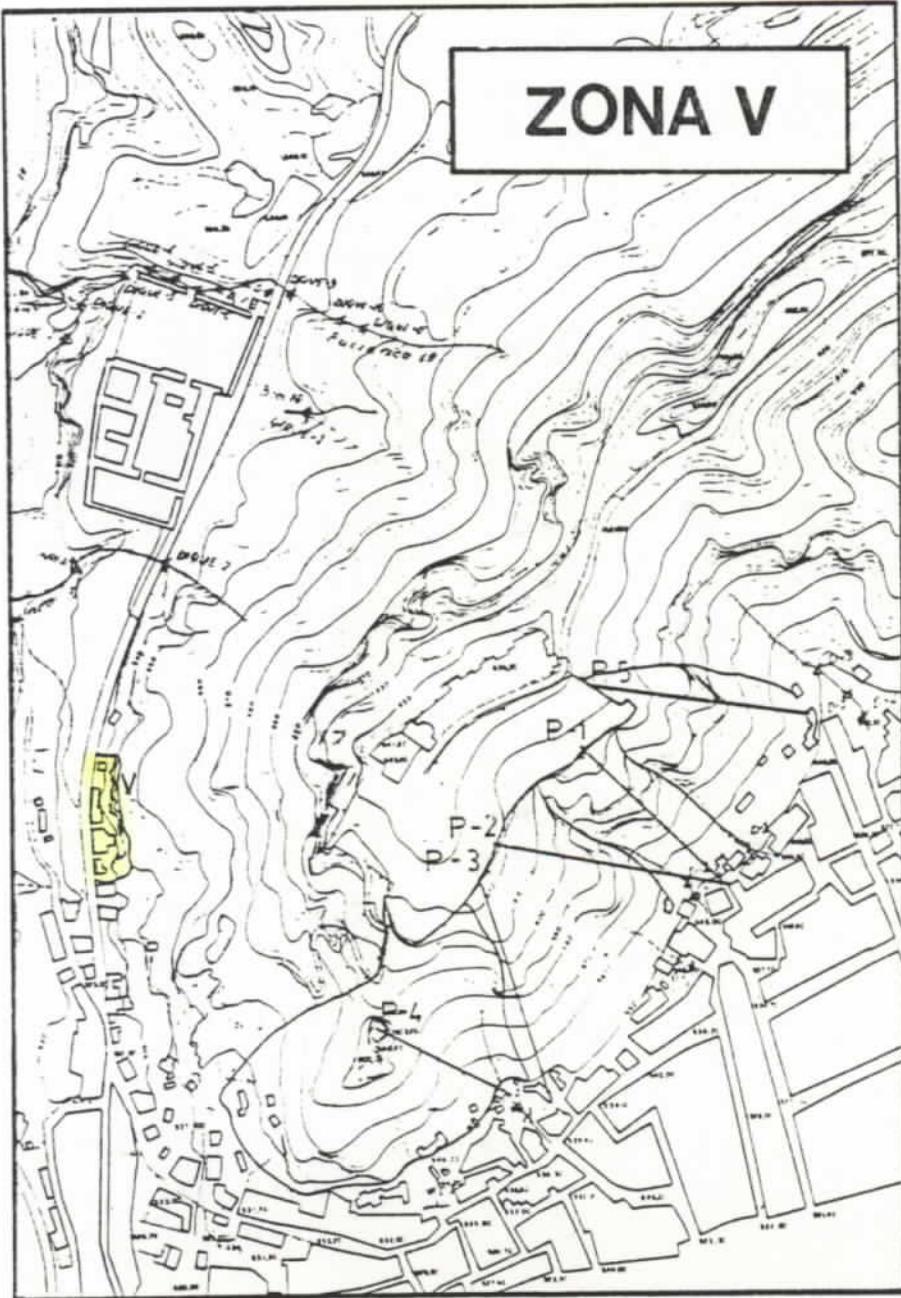
TRATAMIENTO

1º) Tapiado de las cuevas.

2º) No permitir la ocupación de las casas deshabitadas.



# ZONA V





DESCRIPCION

ZONA Nº IV

Corresponde al extremo más oriental de la zona estudiada y en ella se han localizado pocos bloques inestables; tan sólo algunos en voladizo como resultado de la erosión de estratos intercalados más blandos.

GRADO DE RIESGO

- Máximo  
 Medio  
 Bajo

FOTOGRAFIAS 10

PERFIL 5

CORRECCION Y VALORACIÓN ECONOMICA

	Unidades	Precio Unitario	Total
<input checked="" type="checkbox"/> Saneo	100	200	20.000
<input checked="" type="checkbox"/> Recalce	50	20.000	1.000.000
<input type="checkbox"/> Valla protectora rígida			
<input checked="" type="checkbox"/> sellado de grietas	10	20.000	200.000
<input type="checkbox"/> Valla protectora flexible			
<input type="checkbox"/> Reforestación (opcional)			
		Imprevistos 15 %	210.000
		IVA 12 %	193.200
		SUMA	1.803.200

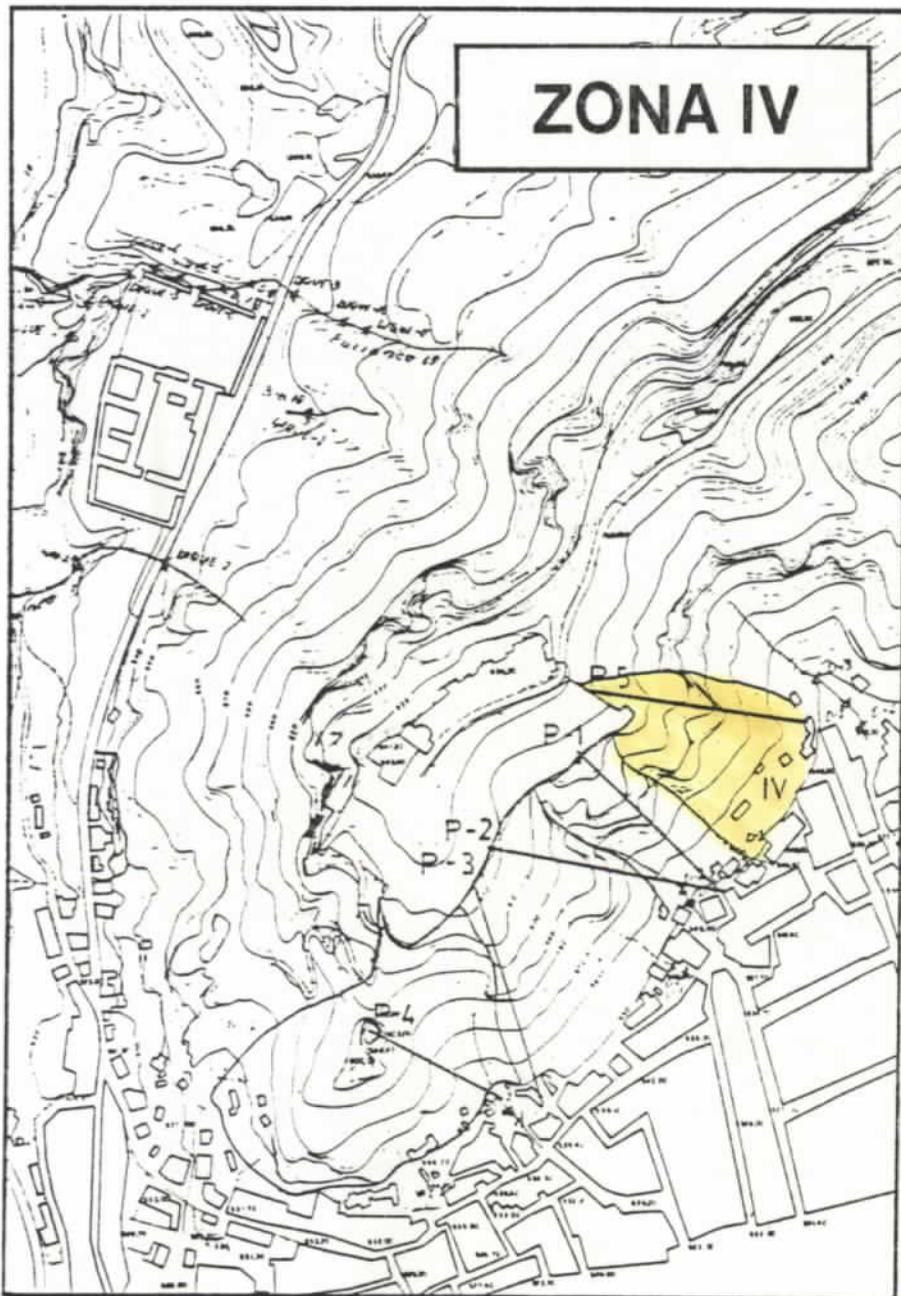
TRATAMIENTO

- 1º) Saneo de bloques inestables
- 2º) Recalce de estratos erosionados y que dejan en voladizo las capas suprayacentes.
- 3º) Sellado de grietas.



+ SANEOS  
- SELLADO DE GRIETAS  
□ RECÁLCE

# ZONA IV





DESCRIPCION

ZONA Nº III

Corresponde al extremo más occidental del Cerro en el que aparece un promontorio con algunas fracturas verticales.

GRADO DE RIESGO

- Máximo
- Medio
- Bajo

FOTOGRAFIAS 9

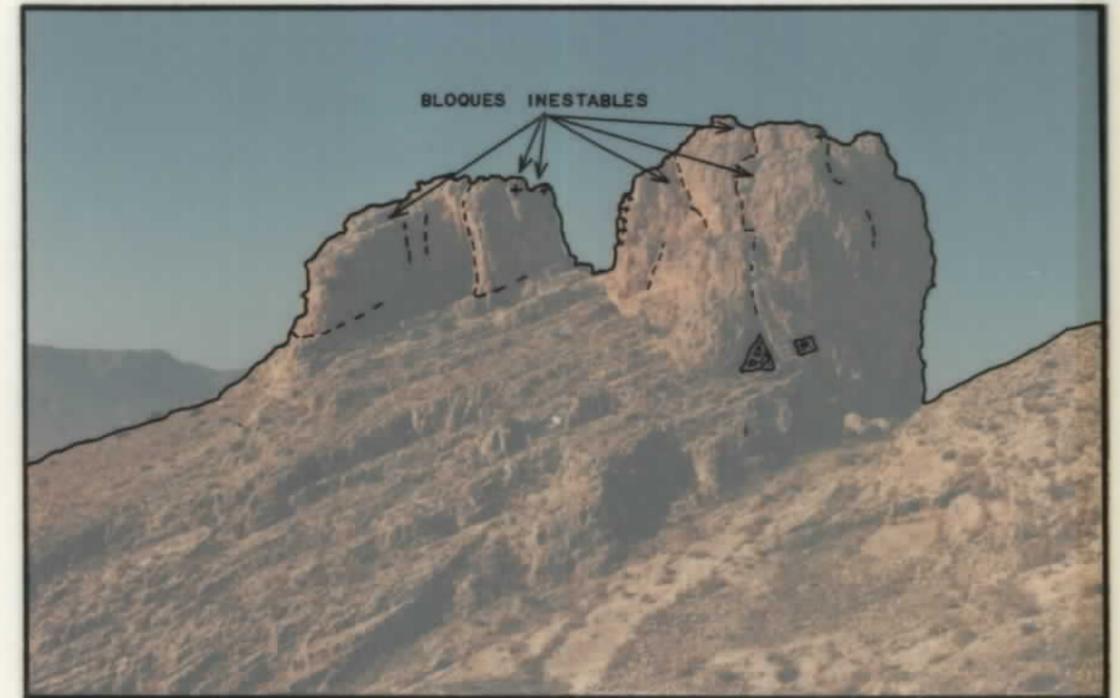
PERFIL 4

CORRECCION Y VALORACIÓN ECONOMICA

	Unidades	Precio Unitario	Total
<input checked="" type="checkbox"/> Saneo	200	200	40.000
<input type="checkbox"/> Recalce			
<input checked="" type="checkbox"/> Valla protectora rígida	60	30.000	1.800.000
<input checked="" type="checkbox"/> sellado de grietas	20	20.000	400.000
<input type="checkbox"/> Valla protectora flexible			
<input checked="" type="checkbox"/> Reforestación (opcional)	25	2.000	50.000
		Imprevistos 15 %	345.500
		IVA 12 %	316.020
		SUMA	2.949.520

TRATAMIENTO

- 1º) Instalación de una valla protectora rígida.
- 2º) Saneo cuidadoso de algunas cornisas y bloques inestables.
- 3º) Sellado de grietas.
- 4º) Reforestación (opcional) por detrás de las vallas.



- + Saneo
- SELLADO DE GRIETAS
- RECALCE





DESCRIPCION

ZONA Nº II

En la zona oriental aparecen unos bloques en voladizo, que deberían ser saneados. En la parte occidental se localizan grandes grietas o cavidades, así como algunos grandes bloques que deberán ser recalzados.

GRADO DE RIESGO

- Máximo
- Medio
- Bajo

FOTOGRAFIAS 7 y 8

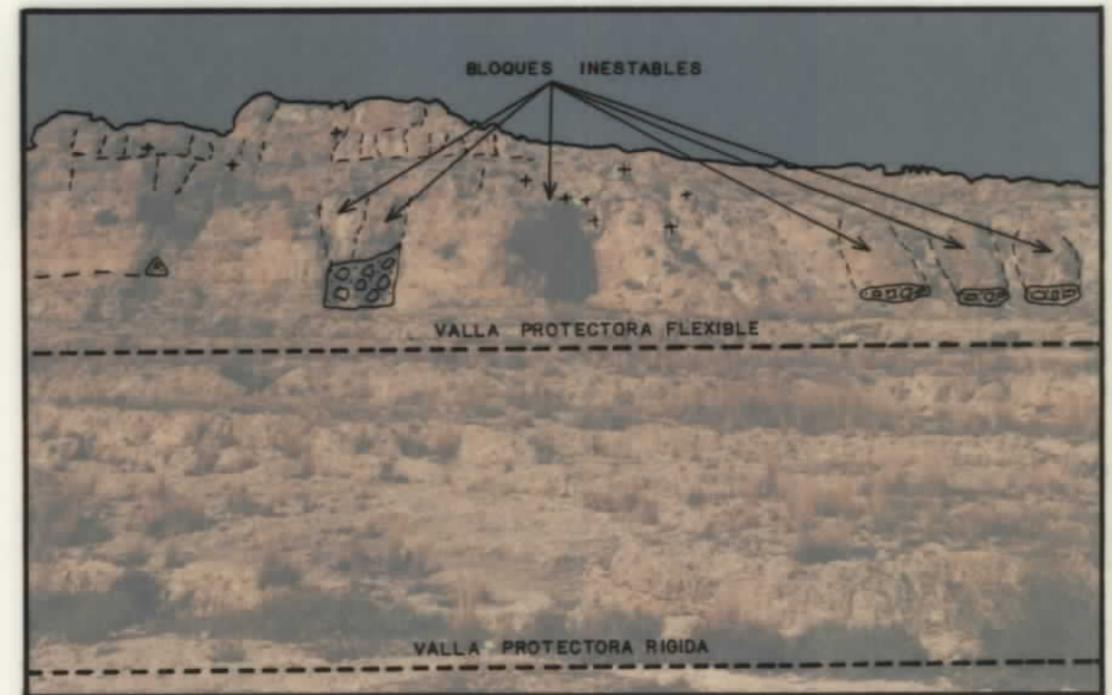
PERFIL 2 y 3

CORRECCION Y VALORACIÓN ECONOMICA

	Unidades	Precio Unitario	Total
<input checked="" type="checkbox"/> Saneo	200	200	40.000
<input checked="" type="checkbox"/> Recalce	20	20.000	400.000
<input checked="" type="checkbox"/> Valla protectora rigida	60	30.000	1.800.000
<input checked="" type="checkbox"/> sellado de grietas	50	20.000	1.000.000
<input checked="" type="checkbox"/> Valla protectora flexible	30	30.000	900.000
<input checked="" type="checkbox"/> Reforestación (opcional)	30	2.000	60.000
		Imprevistos 15 %	630.000
		IVA 12 %	<u>579.600</u>
		SUMA	5.409.600

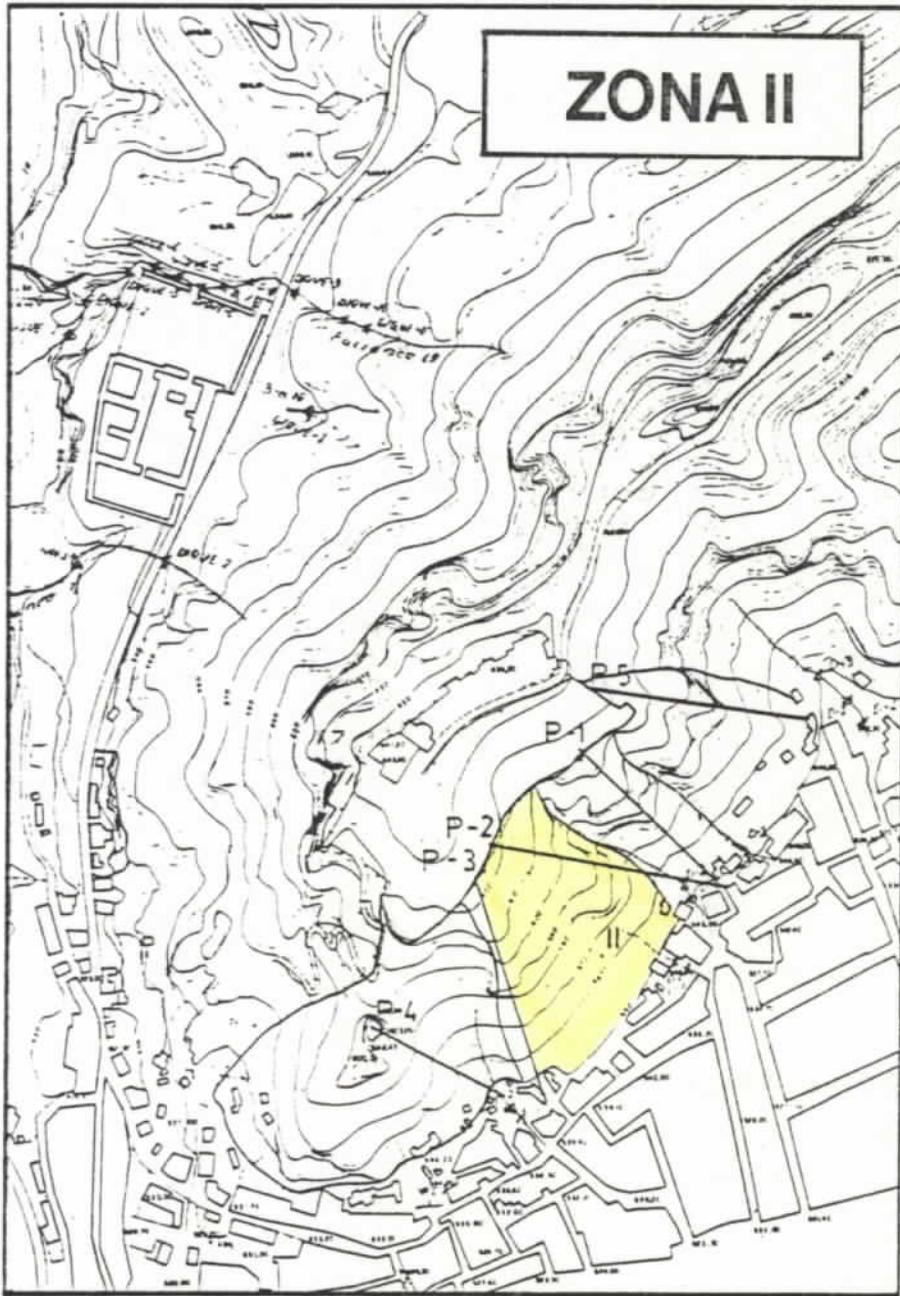
TRATAMIENTO

- 1º) Instalación de dos filas de vallas protectoras rígidas y flexibles en la zona más occidental.
- 2º) Saneo cuidadoso.
- 3º) Recalce con hormigón ciclópeo.
- 4º) Relleno y sellado de grietas.
- 5º) Reforestación (opcional) por detrás de las vallas.



- + Saneo
- SELLADO DE GRIETAS
- RECALCE

# ZONA II





DESCRIPCION

ZONA Nº I

Está constituida fundamentalmente por dos bloques inestables de gran tamaño (15 y 80 m<sup>3</sup>) que están colindantes y que la caída del más pequeño desencadenaría el desprendimiento del más grande. Las grietas están abiertas.

En la zona alta hay asimismo otro gran bloque inestable. En el extremo occidental aparecen algunos bloques en voladizo por erosión diferencial. El grado de riesgo es máximo por la proximidad de las edificaciones.

GRADO DE RIESGO

- Máximo
- Medio
- Bajo

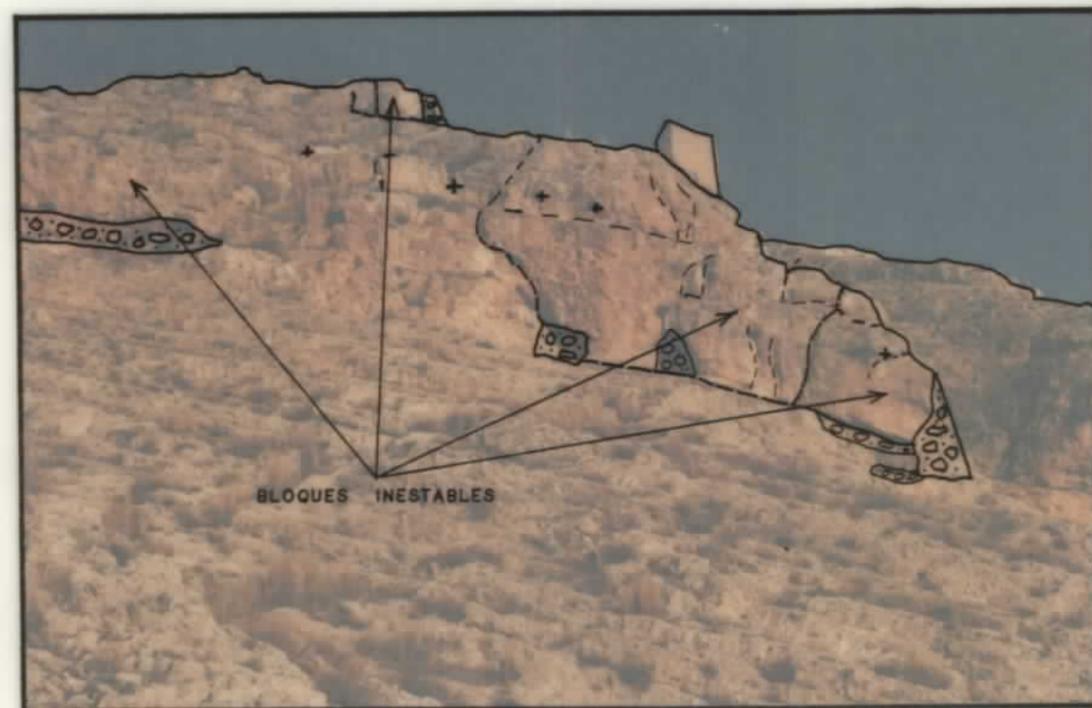
FOTOGRAFIAS 2,3,4,5 y 6  
PERFIL 1

CORRECCION Y VALORACIÓN ECONOMICA

	Unidades	Precio Unitario	Total
<input checked="" type="checkbox"/> Saneo	100	200	20.000
<input checked="" type="checkbox"/> Recalce	40	20.000	800.000
<input checked="" type="checkbox"/> Valla protectora rigida	70	30.000	2.100.000
<input checked="" type="checkbox"/> sellado de grietas	5	20.000	100.000
<input checked="" type="checkbox"/> Valla protectora flexible	30	30.000	900.000
<input checked="" type="checkbox"/> Reforestación (opcional)	35	2.000	70.000
		Imprevistos 15 %	600.000
		IVA 12 %	550.800
		SUMA	5.140.800

TRATAMIENTO

- 1º) Instalación de dos vallas protectoras.
- 2º) Saneo cuidadoso.
- 3º) Recalce con hormigón ciclópeo.
- 4º) Relleno y sellado de grietas.
- 5º) Reforestación (opcional) por detrás de las vallas.



- + SANEADO
- - - SELLADO DE GRIETAS
- RECALCE

## 7.- MEDIDAS CORRECTORAS.

Aunque ya se mencionaron en el capítulo anterior las medidas correctoras convenientes para cada zona, expondremos a continuación una relación de los principales métodos correctivos descritos.

Como medida preliminar, ante la imposibilidad humana y material de garantizar el posible desprendimiento de rocas durante la realización de los trabajos, y dada la necesidad imperiosa de ser estos realizados en beneficio de la comunidad, se deberán desalojar los inmuebles a los que pudieran ser afectados durante los trabajos a realizar y ser cortado el tráfico rodado y peatonal en los puntos que fuera necesario.

### 7.1. Valla Protectora Rígida.

Como primera medida se recomienda la instalación de una valla metálica, siguiendo las pautas establecidas en la figura 7.1.1. La función de esta medida es meramente protectora (no estabilizadora) y será instalada en zonas con alto riesgo.

Se plantará sobre una zanja corrida de 0,50 x 1,00 m. con carriles de tren o viga de "doble T", de características y

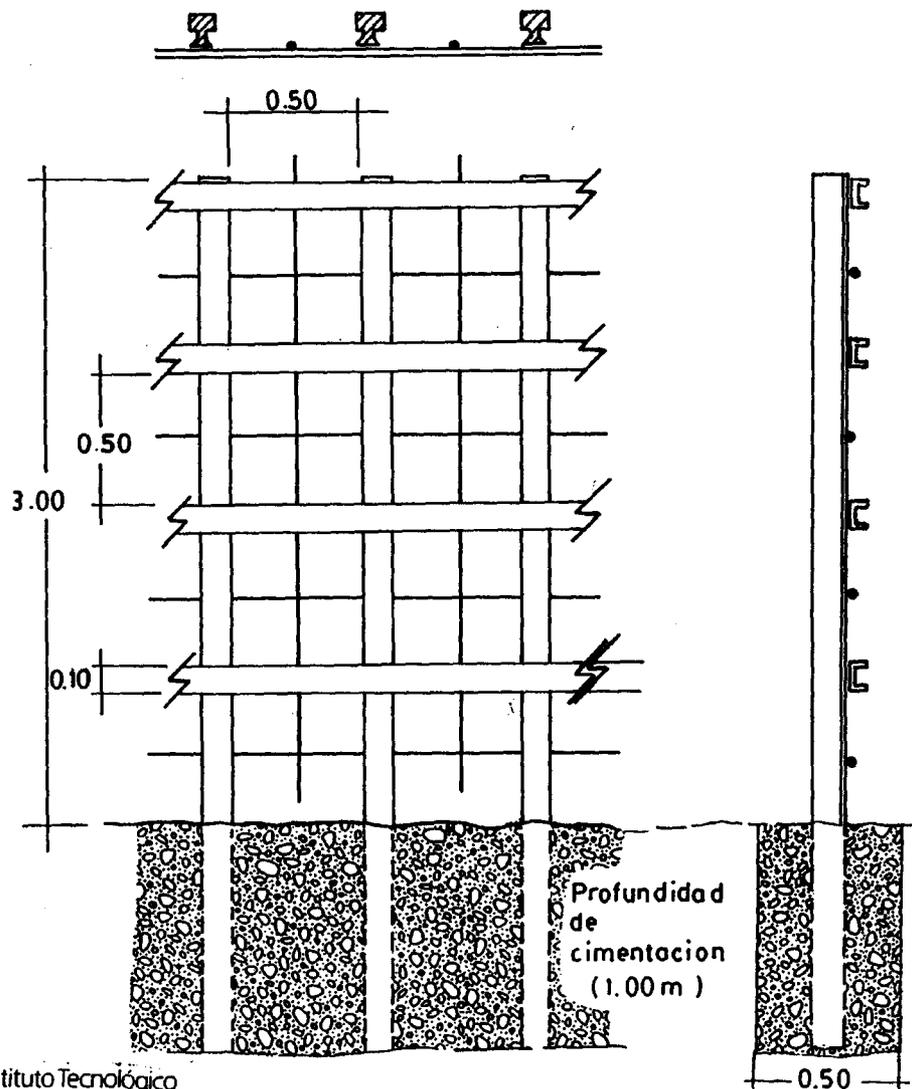
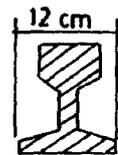


FIGURA 7.1.1  
ELEMENTOS ESTRUCTURALES  
DE LA VALLA DE PROTECCION RIGIDA  
CONTRA DESPRENDIMIENTOS



carril ferroviario



perfil IPN  
10 x 6 cm



redondo acero  
corrugado de  $\varnothing$  10 mm



dimensiones análogas, a intervalos de 0,50 m. perfectamente alineados; la profundidad de anclaje en el suelo será no inferior a 1,00 m.

Cruzados, en horizontal se situarán, electrosoldados, perfiles IPN en U de 10 x 6 cm. de acero; también a intervalos de 0,50 m., unidos entre sí en continuación horizontal.

Reduciendo la luz de valla se soldarán redondos de acero corrugado de 1 cm  $\phi$ , según esquema adjunto estableciendo espacios mínimos de 25 x 25 cm.

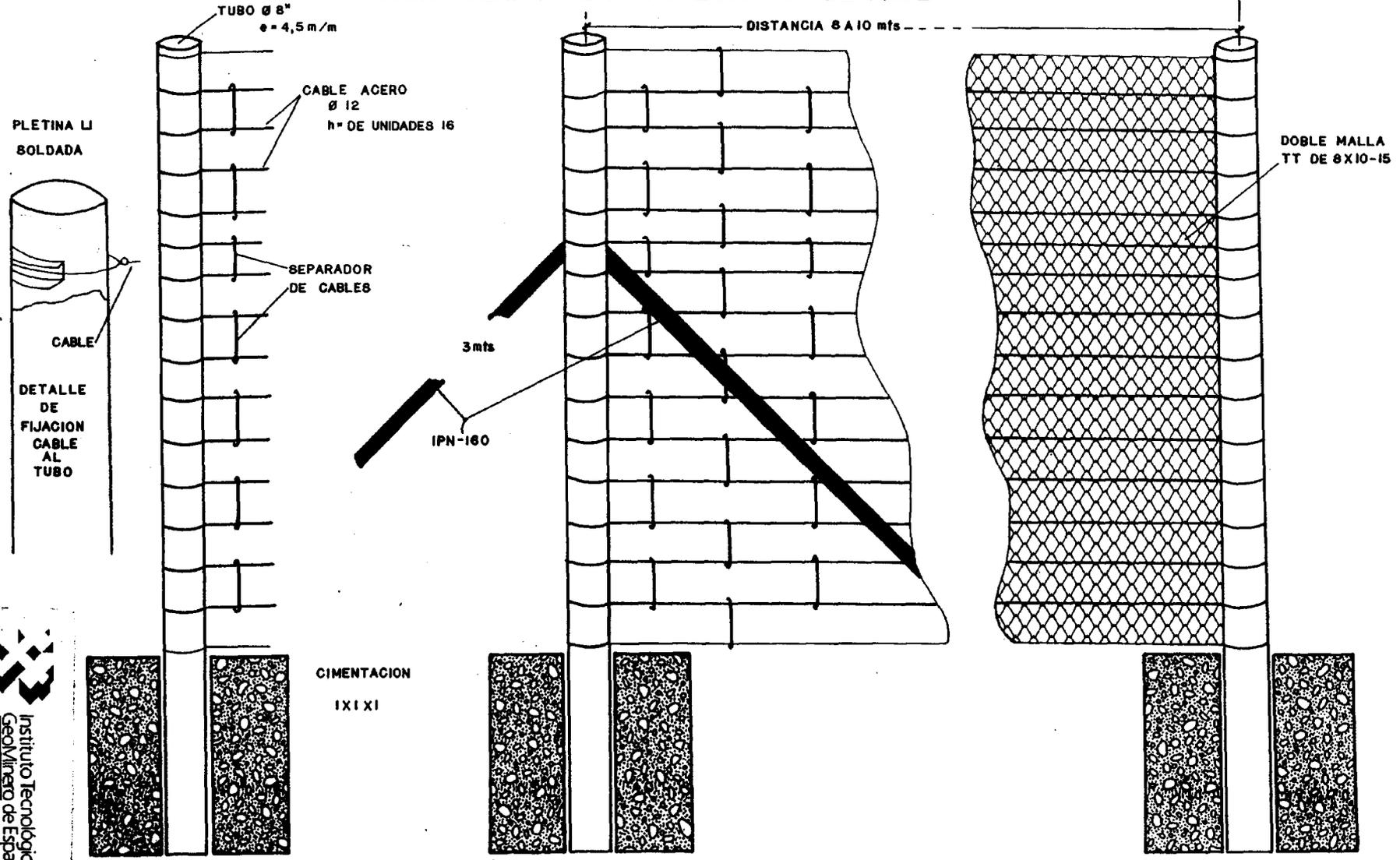
Finalmente se pintará el conjunto en colores ocres, para minimizar el impacto visual.

#### 7.2. Valla Protectora Flexible.

A media ladera, entre los bloques inestables y la valla protectora rígida, con mayor riesgo (zonas I y II), se instalará una pantalla flexible de 3 m. de altura, siguiendo las pautas establecidas en la figura 7.2.1.

Se ha elegido este tipo de valla por que requiere postes de cimentación cada 10 m. aproximadamente y los componentes son menos pesados, por lo que se favorece el montaje en zonas de difícil acceso como ésta.

FIGURA 7.2.1. VALLA PROTECTORA FLEXIBLE



La valla protectora flexible consiste en la colocación de unos postes verticales de tubo de 273 mm.  $\phi$  exterior y 4,5 mm de grosor con 3 M. de altura vista y un metro empotrado en el terreno.

Se realizará por poste una cimentación de 1x1x1 de hormigón H-150.

A cada poste se le soldarán dos tornapuntas consistentes en IPN-160 anclados a los laterales con cimentaciones de 0,5x0,5x1.

Cada poste vertical se colocará en función de la topografía del terreno entre 8 y 10 mts. de separación.

Posteriormente se colocarán 16 cables de 12 mm. de  $\phi$  separados entre sí 20 cm. los cuales serán tensados.

Entre cable y cable se colocarán piezas de acero de forma especial que aseguren mantener la separación correcta.

Finalmente se colocará al conjunto una malla doble de triple torsión 8x10-15 que asegure la estanqueidad del conjunto ante las piedras de menor tamaño.

### 7.3. Labores de saneo.

Las labores de saneo se propone que se lleven a cabo una vez que se han realizado las vallas metálicas protectoras. Esta labor consiste en la eliminación de todos los bloques inestables que puedan desprenderse. Se realizará un saneo manual mediante el uso de palanquetas, gatos y martillos rompedores.

Dentro de las labores de saneo se incluye la eliminación de arbustos.

Sobre las fotos más representativas de cada zona se han señalado algunos de los bloques inestables a sanear que se han apreciado. Sin embargo, seguro que surgirán otros en el terreno que serán tratados sobre la marcha por el director de las obras.

### 7.4. Recalce de bloques.

Se realizará este método en los casos que el saneo no sea posible por desestabilización de bloques o conjunto de bloques superiores o bien cuando el volumen del bloque sea tal que sanearlo sea antieconómico o bien no sea viable.

CONJUNTO INESTABLE

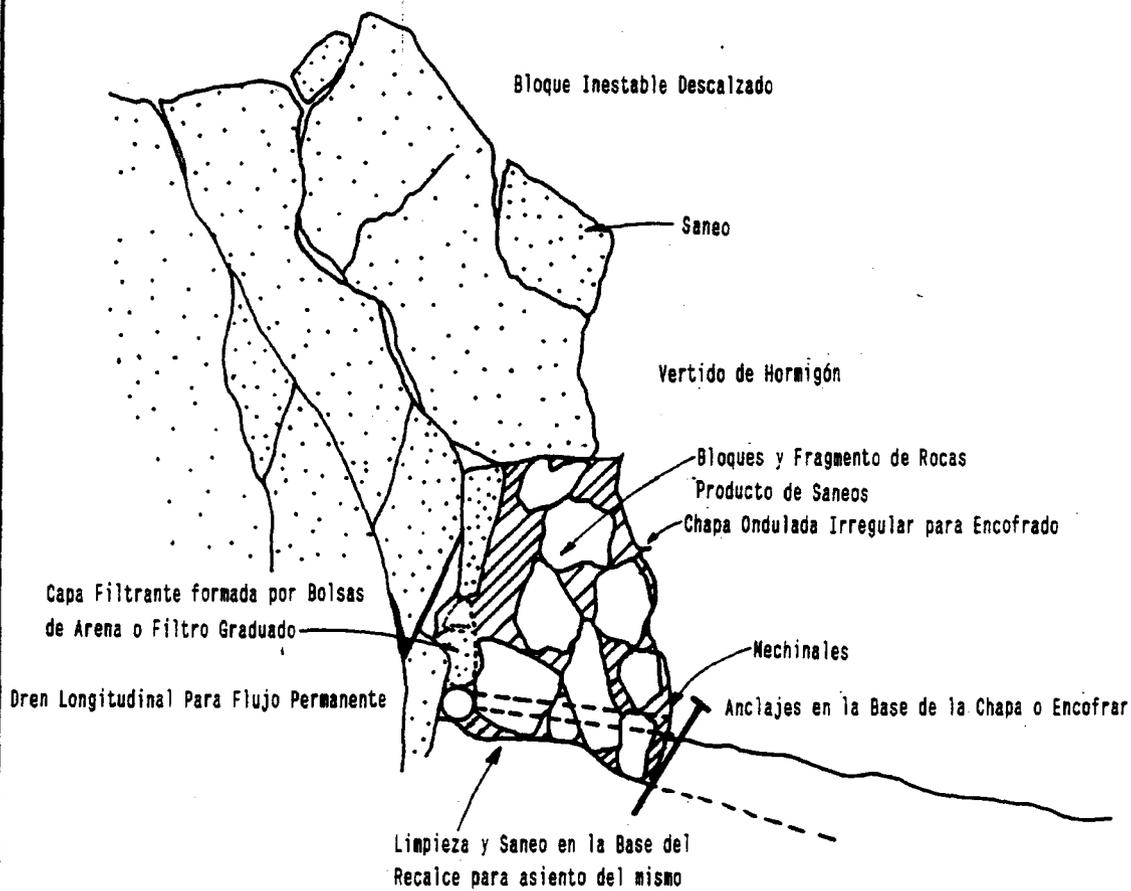


FIGURA 7.4.1.

Cuando las dimensiones del recalce sean elevadas, se realizará un sistema de drenaje interior. Este persigue que la filtraciones de origen pluvial que discurren por las fracturas puedan ser evacuadas al exterior. Se utilizará para ello, en el trasdós del recalce y en contacto con la roca, un sistema de bolsas de arena o filtro graduado que se dispondrán encima de un tubo poroso.

Proceso de realización de los recalces (Figura 7.4.1.): a) se hará el acopio de material al pie del bloque a recalzar, b) se limpiará la zona hasta encontrar la roca o hasta profundizar en el terreno no menos de 20 cm., C) se hará la instalación del sistema de drenaje en el trasdós del recalce si ello es preciso por el tamaño del mismo; d) relleno con bloques y cantos del hueco de recalce, e) situación del encofrado irregular, anclaje y fijación, f) vertido de hormigón ciclópeo a través de la zona superior.

Una vez realizado el recalce se puede realizar un revoco con mortero coloreado o empleando un árido de machaqueo de la propia roca.

#### 7.5. Sellado de grietas.

Se utilizarán preferentemente, después de localizadas y limpias las fracturas, selladores flexibles que penetren de

forma fluida por gravedad en las mismas, siendo los productos empleados del tipo breas o productos de impermeabilización a base de caucho presentándose en el mercado en forma de líquido semifluido disuelto en agua.

Se puede acabar vertiendo una capa de hormigón que le de mayor fuerza y compacidad al conjunto.

#### 7.6. Reforestación.

Como medida complementaria, se podrán colocar por detrás de las vallas protectoras (entre estas y la zona con bloques inestables) especies arbóreas de crecimiento rápido (pinos), de 100 a 150 cms. de envergadura. Será necesario disponer de una capa de tierra vegetal, en la que se plantarán los pinos en hilera.

## 8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El Cerro del Castillo de Jumilla presenta numerosos bloques inestables que confieren un alto riesgo a las viviendas y vías de comunicación situadas al pie de la ladera, debido a la potencialidad de desprendimientos como consecuencia de grandes lluvias, sismos, o simplemente por la inestabilidad que afecta al promontorio.

La posibilidad de un deslizamiento general de toda la masa rocosa a favor de un plano de estratificación es desechada debido al alto ángulo de rozamiento interno, así como por la rugosidad de las juntas y por la ausencia de relleno en las mismas. Por tanto, las actuaciones que se proponen en el presente estudio consisten en medidas correctoras enfocadas a desprendimientos de bloques individuales.

Los desprendimientos de rocas se ven favorecidos por la existencia de algunas fallas perpendiculares a la pendiente del talud. También influye el buzamiento de las capas de dolomías y dolomías margosas que es subparalelo a la pendiente de la ladera (cuesta estructural), y que favorece el desprendimiento de bloques a favor de los planos de estratificación.

La proximidad de edificaciones indebidamente situadas al pie de la ladera con bloques inestables, aumenta considerablemente el riesgo de daños para personas y bienes como consecuencia de los desprendimientos de rocas.

También se han reflejado en el presente estudio, los fenómenos de hundimientos o colapsos de bóvedas de las cuevas situadas en el extremo SW del Cerro.

El Cerro del Castillo se ha dividido por zonas para facilitar su estudio y precisar las actuaciones concretas en cada caso.

Se ha detectado una zona con grandes inestabilidades (la I) y con un alto riesgo de daños debido a la proximidad de las edificaciones, que precisa de medidas urgentes.

Ante los elevados costes de la estabilización de todo el conjunto (alrededor de 15 millones de pesetas) será conveniente la realización de las actuaciones propuestas empezando por la zona que entrañe mayor riesgo (la I) y terminando por la que menos (la IV). Se incluyen en este informe las actuaciones propuestas divididas en dos fases.

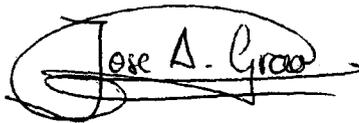
Finalmente, como medida complementaria, se considera necesario mantener desalojadas las viviendas ya desocupadas

en la actualidad tanto en la zona con riesgo de desprendimientos, como en la zona de bódegas (Riesgo de colapso).

Fdo.: D. Francisco Javier Ayala Carcedo

\* Ingeniero de Minas

\* Director del Area de Ingeniería  
GeoAmbiental I.T.G.E.

A handwritten signature in black ink that reads "Jose A. Grao". The signature is written in a cursive style with a large, looping initial "J" and a horizontal line extending to the right.

Fdo.: D. José Antonio Grao del Pueyo

\* Licenciado en C.C. Geológicas  
GEONOC, S.A.

## BIBLIOGRAFIA

ESCARIO, V. (1981): "Desmontes. Estado actual de la Técnica"  
M.O.P.U. Dirección General de Carreteras. Madrid.

HOEK, E., y BRAY, J.W. (1977): "Rock Slope Engineering". The  
Institution of Mining and Metallurgy, Londres.

HUNDER J. DUERST, R. (1981): "Safety considerations for cut in  
unstable slope". Proc. 10th Int. Conf. SMEF. Estocolmo. Vol 3 p.  
431-436.

HUNT, R.E. (1984) "Geotechnical Engineering Investigation Manual"  
Mc Graw Hill, New York.

I.G.M.E. (1987): "Manual de taludes". Madrid.

JIMENEZ SALAS, J.A. y otros (1976): "Geotecnia y Cimientos",  
tomos I, II y III. Editorial Rueda. Madrid.

LENGLET, J. (1976): "Appareils et méthodes de surveillance des  
glissements de terrain". Bull. Liais. Lab. Ponts et Ch. NO  
Especial III, Vol. I.

LOPEZ GARCIA, J. y otros (1984): "El diseño y control geotécnico de taludes en una explotación de lignito a cielo abierto en terrenos blandos muy tectonizados y con presencia de agua". VII Cong. Int. de Minería y Metalurgia. Barcelona.

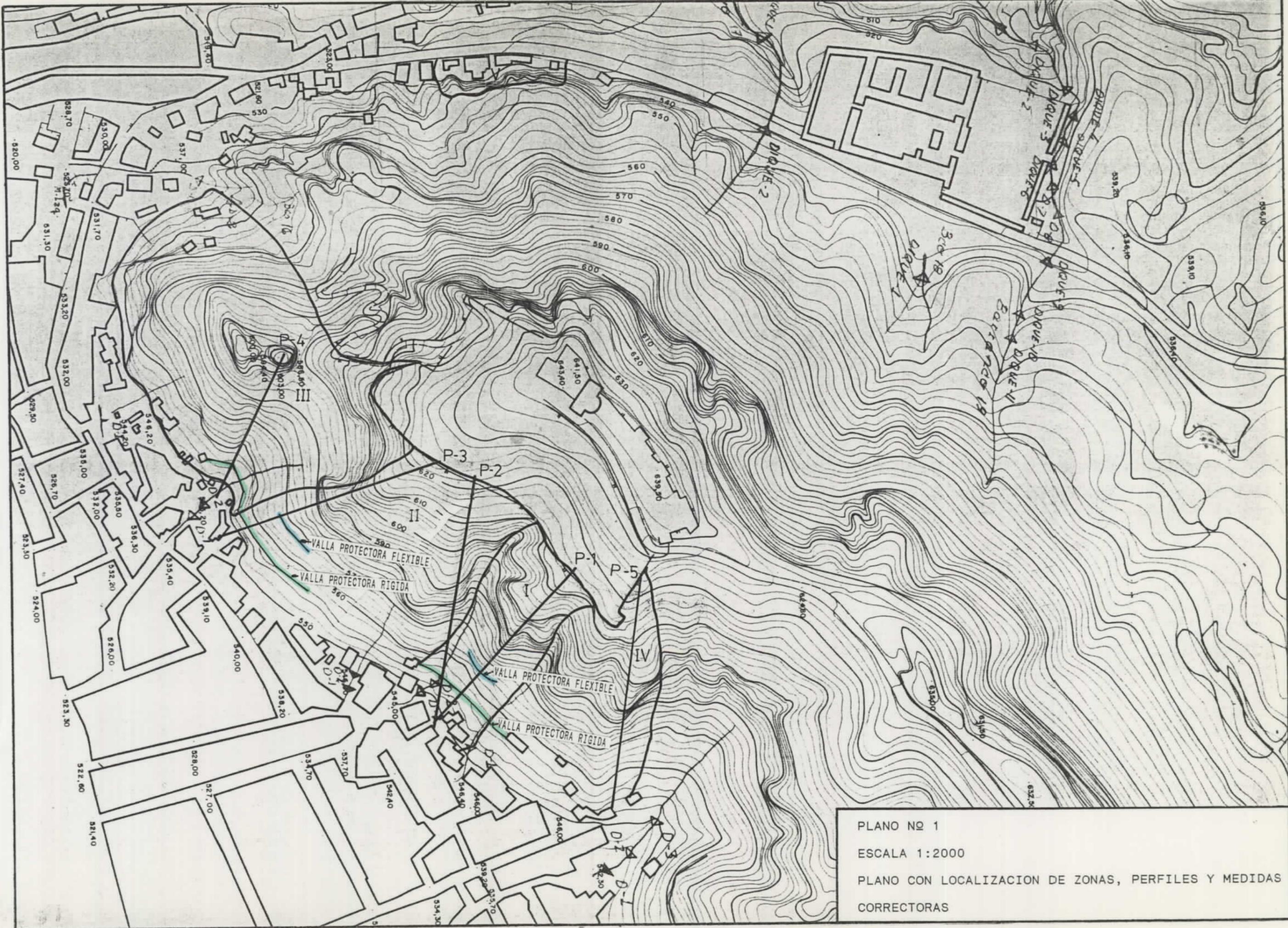
M.O.P.U. (1981): "Desmontes. Estado actual". Madrid.

RAT, M. (1976): "Drainages". Bull. Liais. Lab Ponts et Ch. Número Especial III "Estabilite des Talus". Vol 2

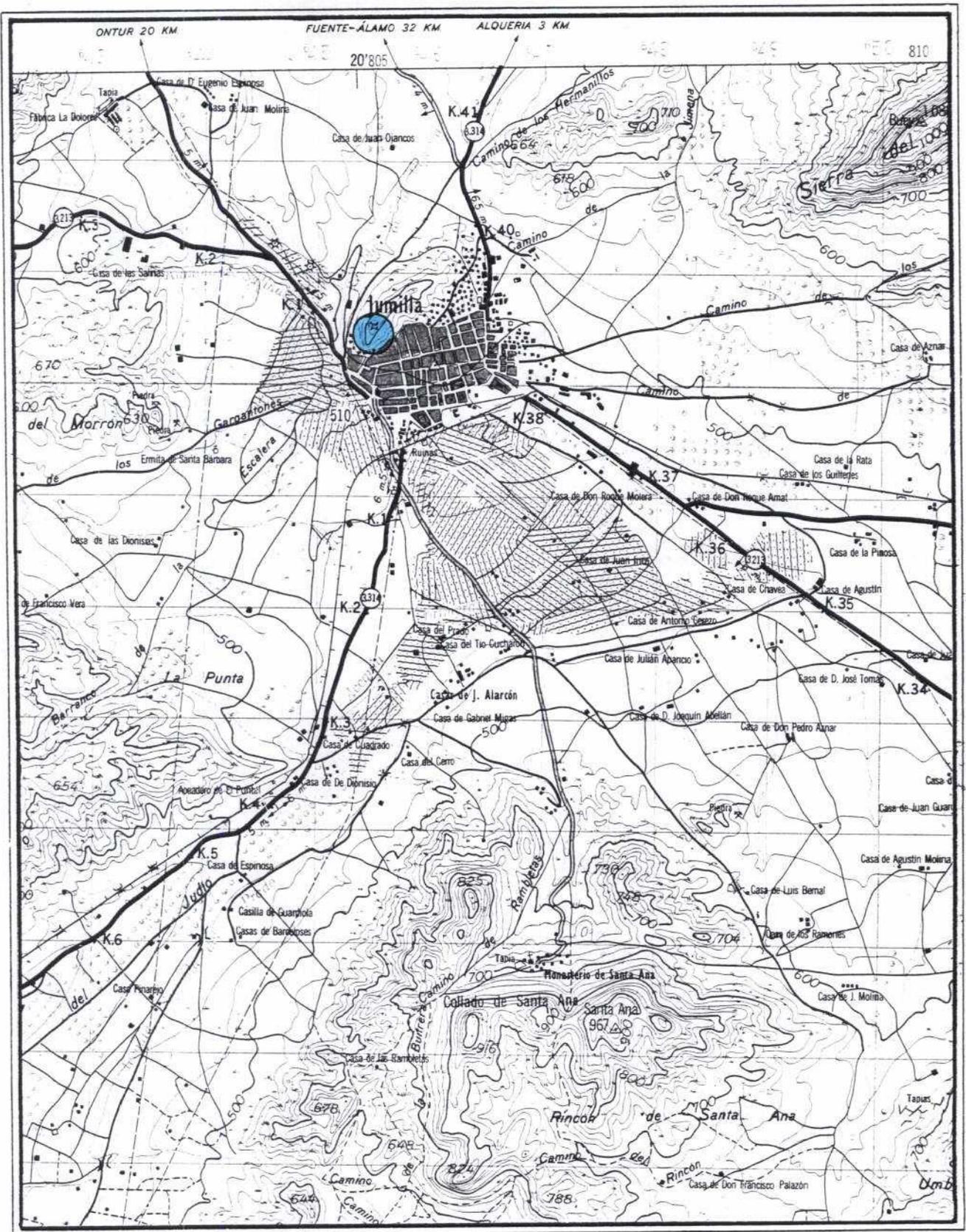
RODRIGUEZ ORTIZ, J.M. (1978): "Auscultación y corrección de movimientos del terreno". Curso de Riesgos Geológicos. I.T.G.E. Madrid.

**ANEXOS**

I PLANOS Y PERFILES



PLANO Nº 1  
ESCALA 1:2000  
PLANO CON LOCALIZACION DE ZONAS, PERFILES Y MEDIDAS  
CORRECTORAS



7

FUENTE: Servicio Geografico del Ejercito

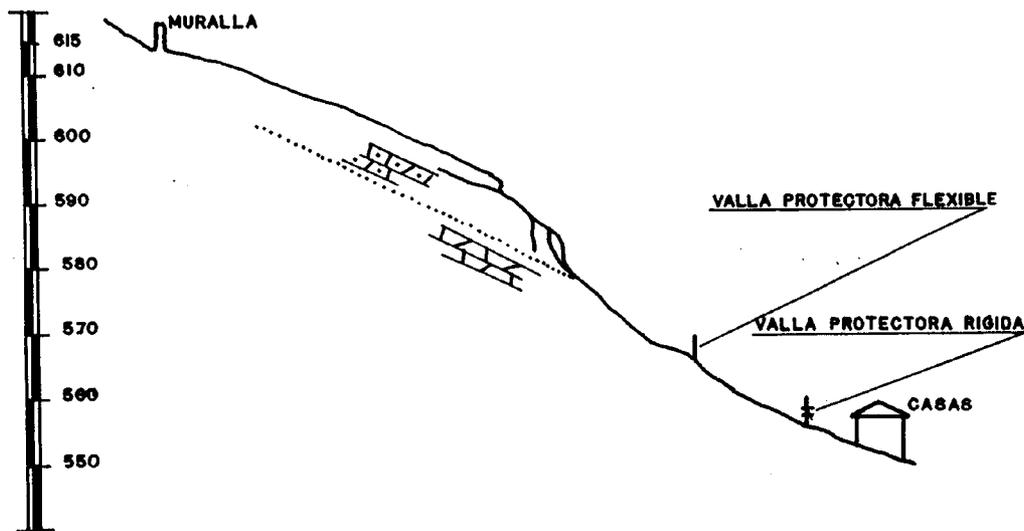
Mapa a Escala 1:50.000

JUMILLA (MURCIA)

Hoja 869



# PERFIL 1



DOLOMIAS ARENOSAS ANARANJADAS



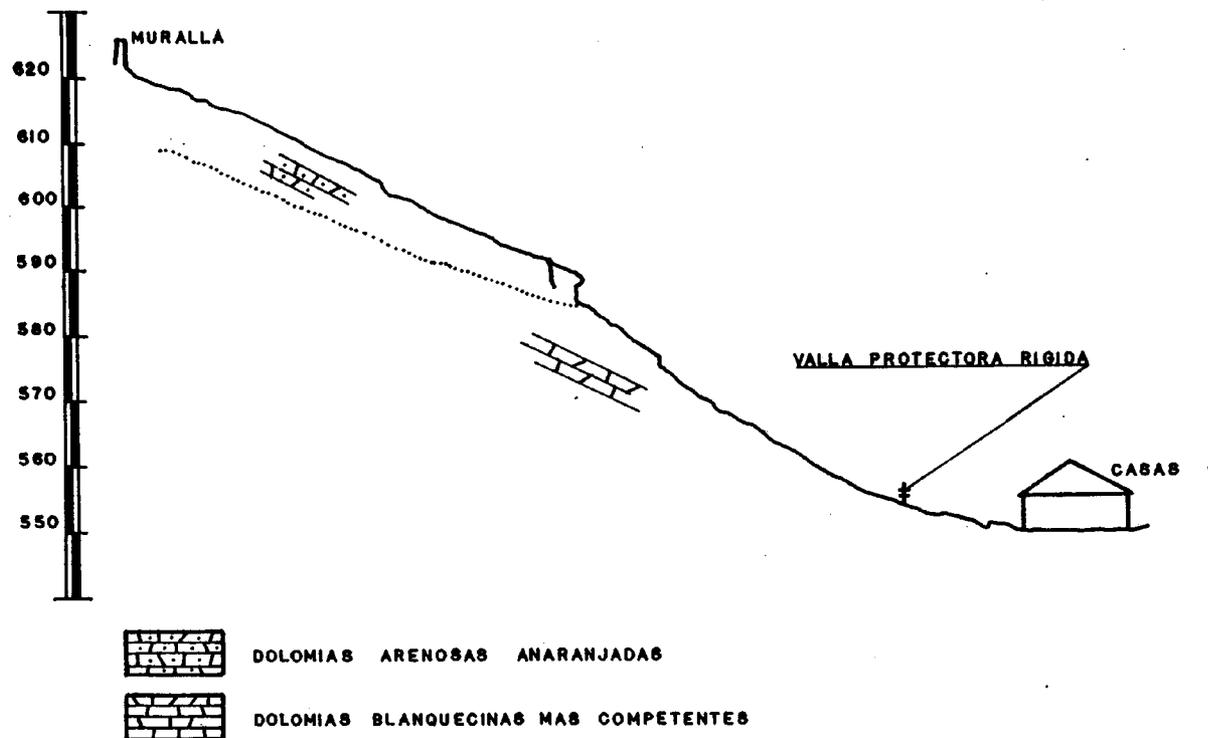
DOLOMIAS BLANQUECINAS MAS COMPETENTES

ESCALA 1:1000



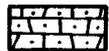
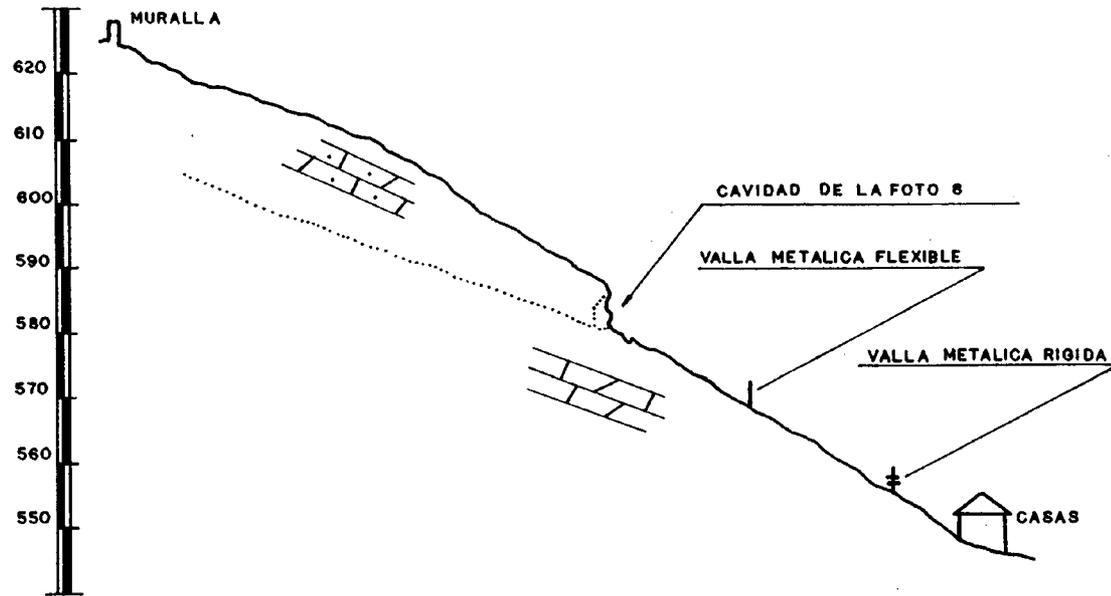
Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

## PERFIL 2

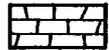


ESCALA 1:1000

# PERFIL 3



DOLOMIAS ARENOSAS ANARANJADAS



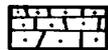
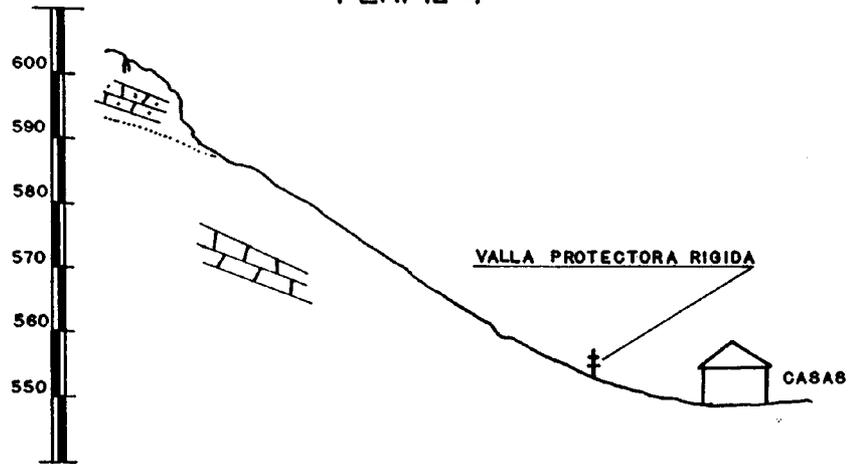
DOLOMIAS BLANQUECINAS MAS COMPETENTES

ESCALA 1:1000



Instituto Tecnológico  
Geominero de España

# PERFIL 4



DOLOMIAS ARENOSAS ANARANJADAS



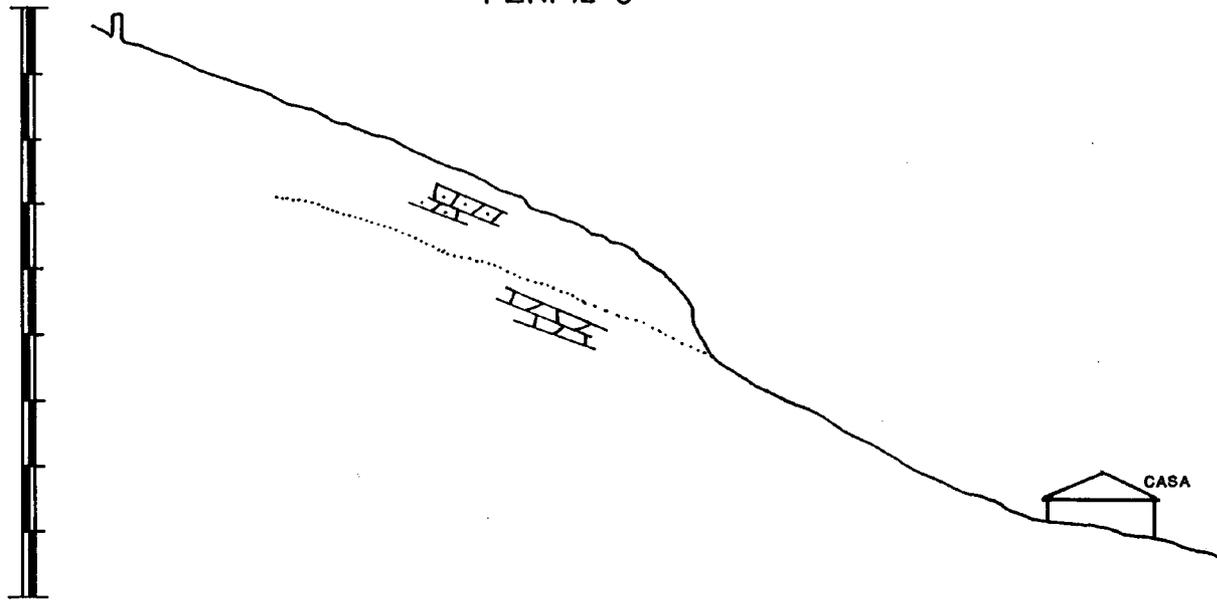
DOLOMIAS BLANQUECINAS MAS COMPETENTES

ESCALA 1:1000



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

# PERFIL 5



DOLOMIAS ARENOSAS ANARANJADAS



DOLOMIAS BLANQUECINAS MAS COMPETENTES

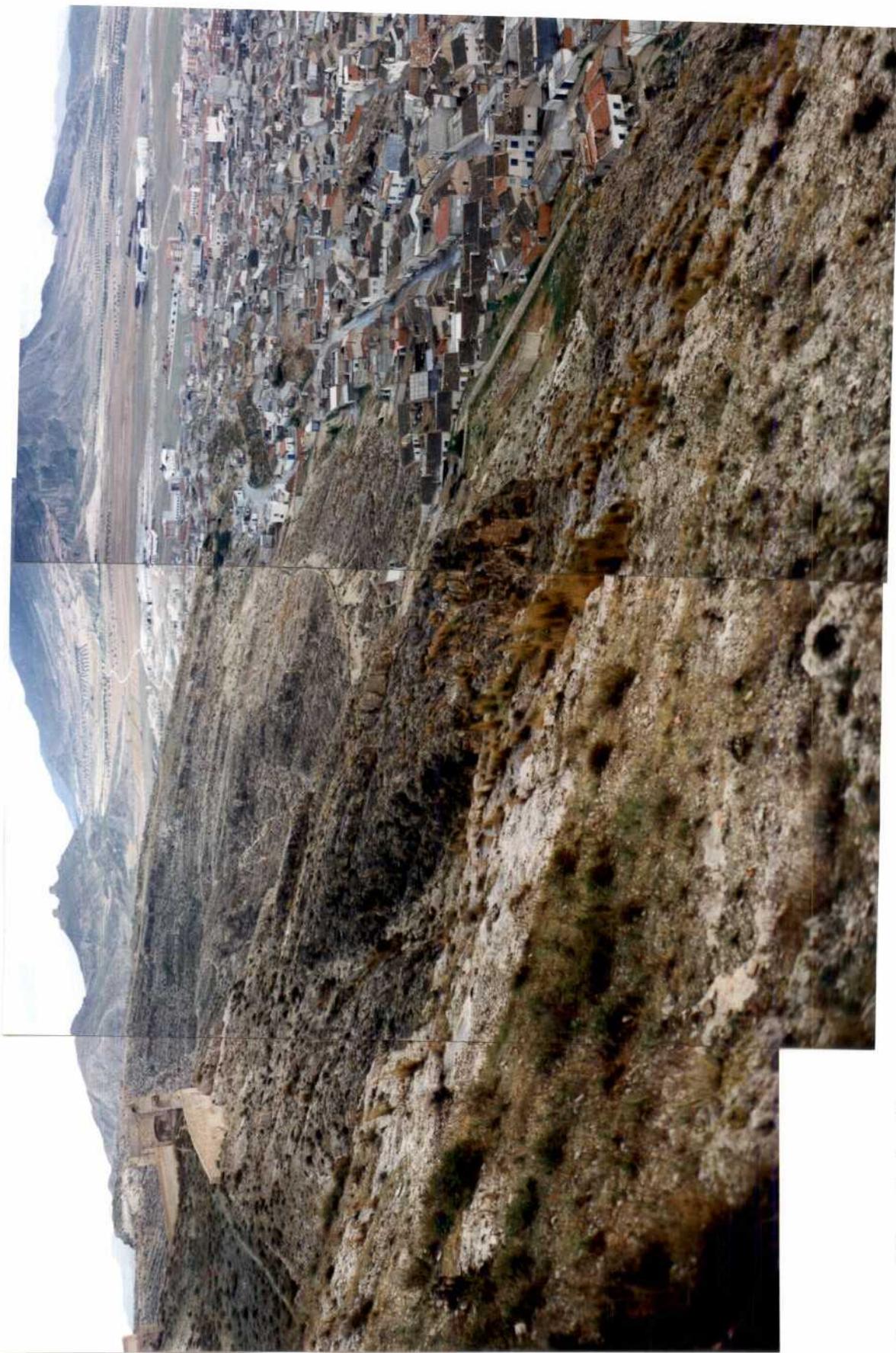
ESCALA 1:1000



Instituto Tecnológico  
Geominero de España

II FOTOGRAFIAS

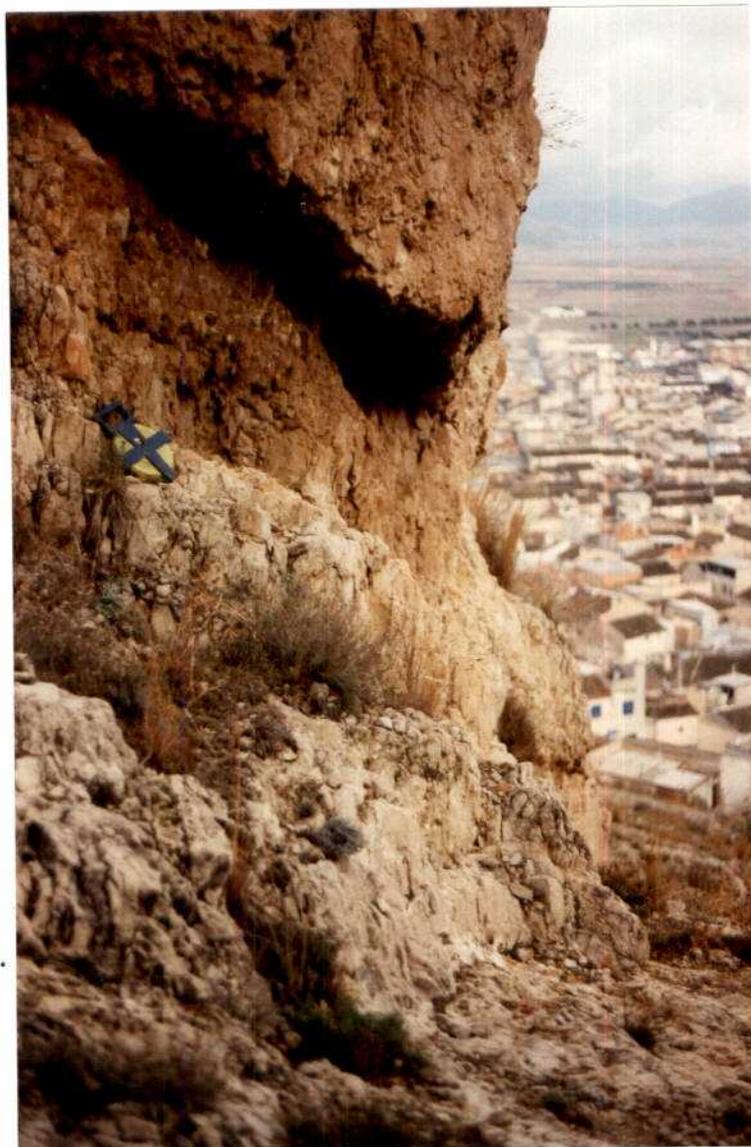




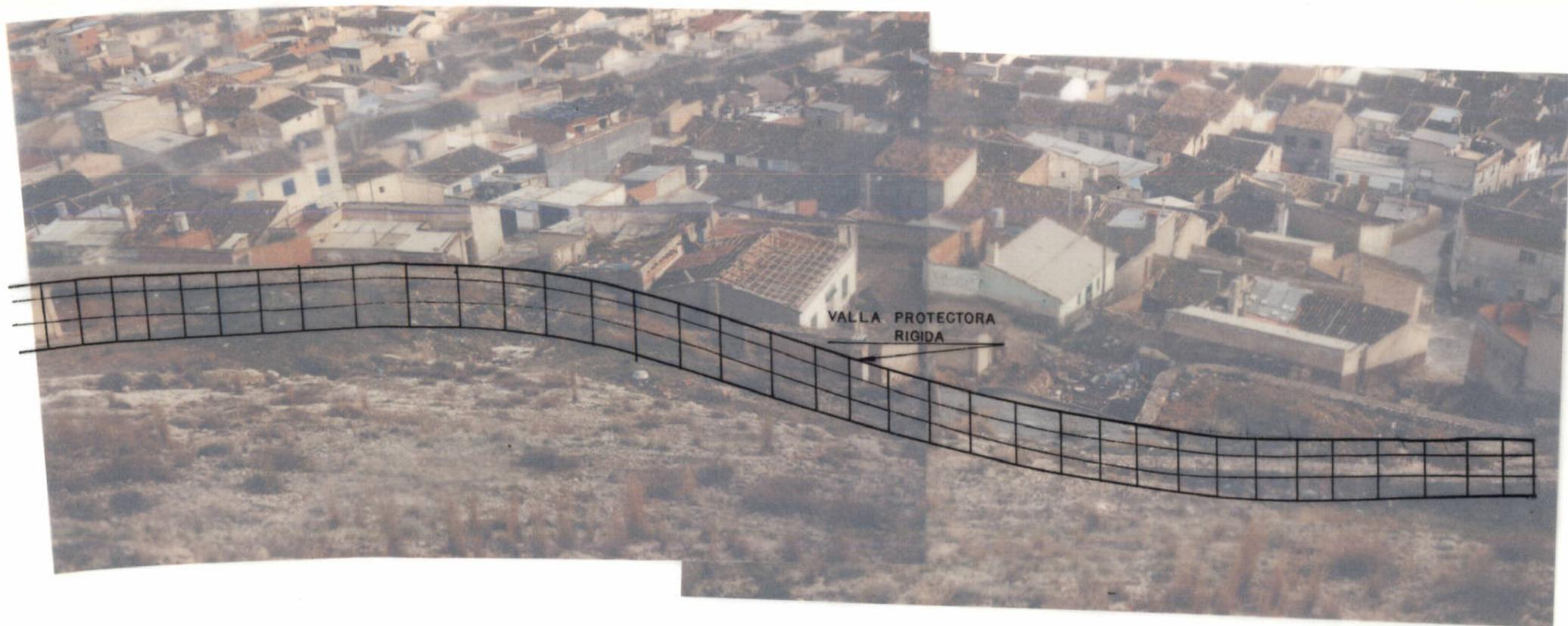
Fotografía nº 2: Vista general de la zona I desde la Muralla del Castillo.



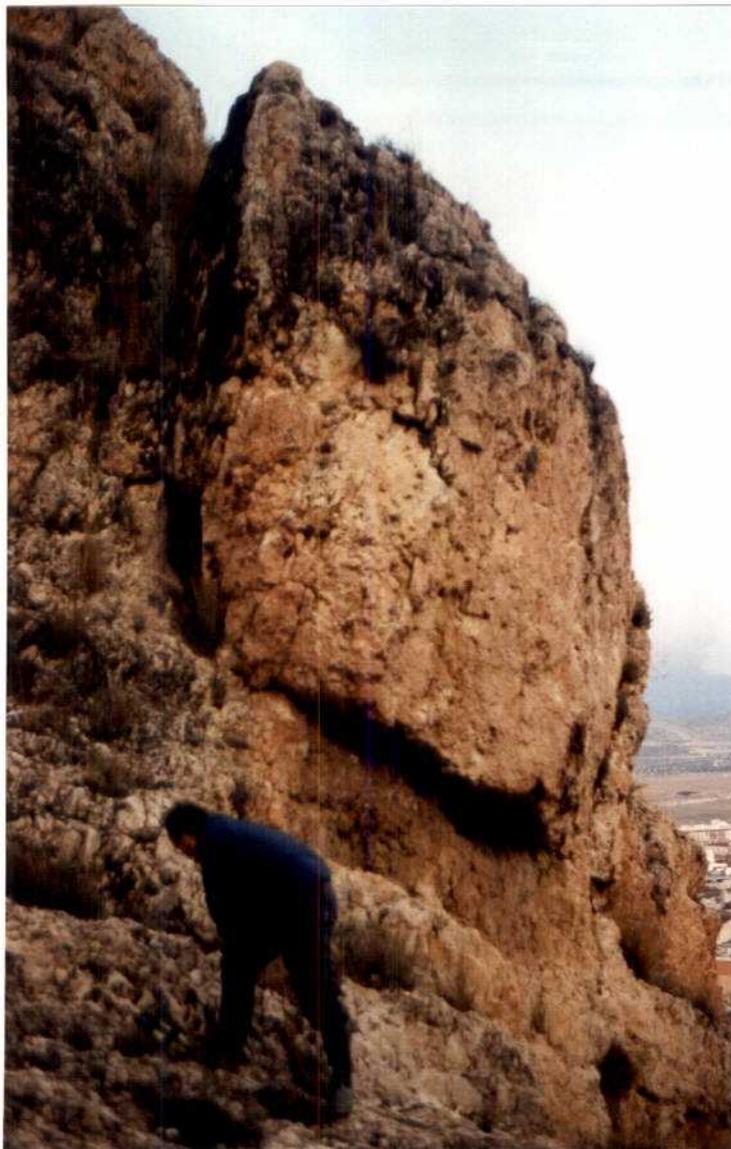
Fotografía nº 3: La zona I vista desde las edificaciones situadas al pie de la lodera.



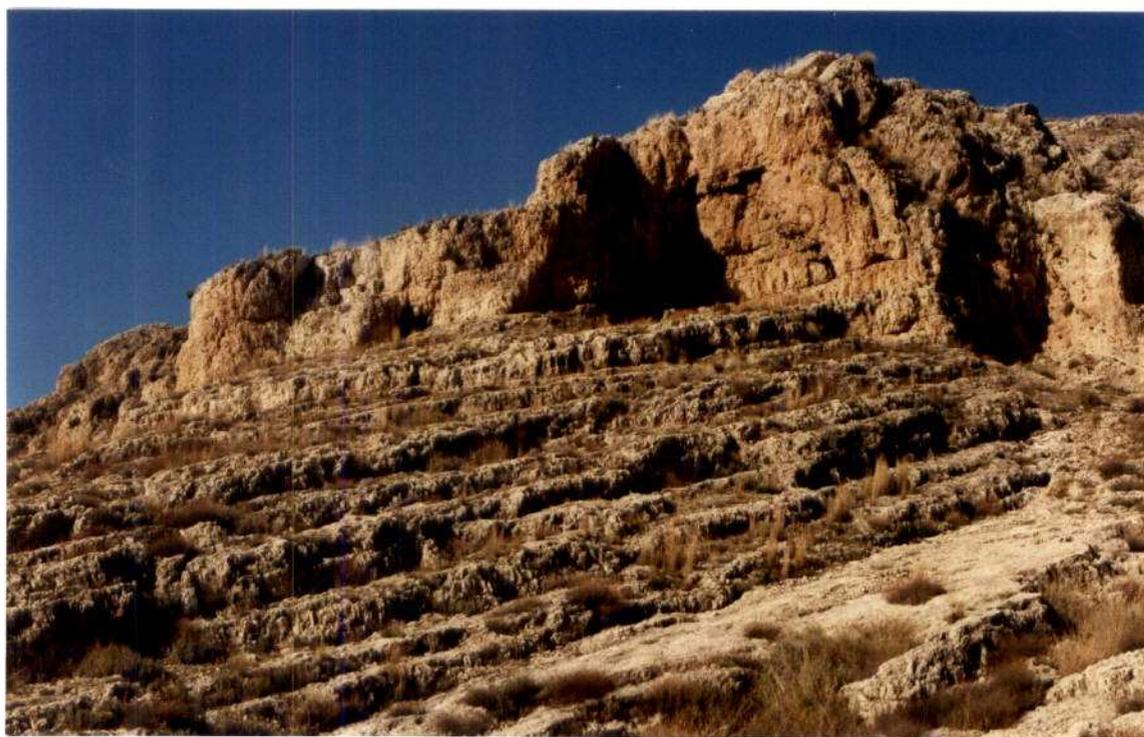
Fotografía nº 4: Detalle de la zona I que deberá ser recalzado con hormigón ciclópeo.



Fotografía nº 5: Vista de las edificaciones de Jumilla que podrán ser afectadas por desprendimientos de bloques de la zona I. En el superponible se proponen las medidas correctoras.



Fotografía nº 6: Vista del bloque más inestable de la zona I que deberá recalzarse con hormigón ciclópeo y rellenar las grietas.



Fotografía nº 7: Vista de la parte oriental de la zona II.



Fotografía nº 8: Vista de la enorme cavidad existente en el extremo occidental de la zona II.



Fotografía nº 9: Vista de la zona III. Obsérvese en el extremo de la derecha un conjunto de bloques inestables que deberá ser saneado.





Fotografía nº 10: Vista de la zona IV desde la Muralla del Castillo.



Fotografía nº 11: Vista del colapso o hundimiento de la bóveda de una cueva en la zona V.



Fotografía nº 12: Vista de los bloques caídos de una cornisa que fue saneada en la zona V.

**III PRESUPUESTO ECONOMICO**

PRESUPUESTO ECONOMICO

1.- EVALUACION ECONOMICA ESTIMATIVA DE TODO EL CERRO DEL CASTILLO DE JUMILLA.

<u>ZONA</u>	<u>PRECIO TOTAL POR ZONA</u>
Zona I .....	5.140.800 Ptas.
Zona II .....	5.409.600 Ptas.
Zona III .....	2.949.520 Ptas.
Zona IV .....	1.803.200 Ptas.
TOTAL .....	15.303.120 Ptas.

2.- EVALUACION ECONOMICA ESTIMATIVA DIVIDIDA EN DOS FASES DE ACTUACION.

<u>PRIMERA FASE</u>	<u>PRECIO</u>
Actuaciones en la zona I y saneo general de todo el Cerro .....	5.269.600 Ptas.
<u>SEGUNDA FASE</u>	
Actuaciones en las zonas II, III y IV .	10.033.520 Ptas.