

**RELAZIONE
GEOLOGICA E GEOTECNICA**

**OGGETTO : RISTRUTTURAZIONE DI PARTE DELLE
MURA URBICHE**

COMMITTENTE : COMUNE DI TREVI

LOCALITA' : TREVI

COMUNE : TREVI

DATA : GIUGNO 2005



**STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA - DOTT. PIETRO ARISTEI PIAZZA DELLA
CONCORDIA N°7 BORGO TREVI - TEL. 0347-1806884**



RISTRUTTURAZIONE DI PARTE DELLE MURA URBICHE DEL COMUNE DI TREVI.

PREMESSA

Nella presente relazione vengono esposti i risultati delle indagini geologica e geotecnica, richiesti dal Comune di Trevi ed operate sui terreni sui quali sono ubicate parte delle mura urbiche, a limitare il centro storico dell'abitato di Trevi.

L'intervento in posto ha avuto come scopo l'individuazione delle caratteristiche litologico-geologiche puntuali del sito e la eventuale presenza di fattori, naturali e/o artificiali, che potrebbero inficiare l'effettiva fattibilità dell'intervento in progetto.

Il sopralluogo diretto sul terreno, ha permesso la determinazione delle caratteristiche litologiche, geomorfologiche e idrogeologiche della zona di intervento, in funzione del *D.M. 21/01/1981*, del *D.L.G.R. 31/07/1998 n°4363* e del *D.M. LL.PP. 11/03/1988, " Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce... "*, che condiziona e regola le operazioni di realizzazione di tutti i manufatti, la cui costruzione preveda interventi e/o interazioni sul e con il terreno.

Sono state inoltre eseguite indagini di *Microzonazione Sismica*, relativamente alla zona di intervento, secondo i criteri e le modalità contenute nei *D.L. 30/01/1998 n°6* e nell' *O.M. del 06/02/1998 n°2742* e sono stati acquisiti i risultati delle indagini di Microzonazione Sismica a corredo del P.I.R. del centro abitato di Trevi.

La presente si suddivide in due parti:

- 1) riguardante i caratteri geolitologici e morfologici generali dell'area;
- 2) inerente la descrizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni che sono verranno direttamente interessati dalle opere di fondazione e dalla distribuzione dei carichi.

Alla presente sono allegati:

<input type="checkbox"/>	<i>carta topografica in scala 1:25000 con indicata l'area di intervento</i>
<input type="checkbox"/>	<i>mappa catastale in scala 1:2000 con indicata la zona interessata dagli interventi</i>
<input type="checkbox"/>	<i>in progetto</i>
<input type="checkbox"/>	<i>carta geologica con indicati i depositi affioranti</i>
<input type="checkbox"/>	<i>stratigrafia corrispondente</i>
	<i>ubicazione della documentazione fotografica</i>
<input type="checkbox"/>	<i>documentazione fotografica</i>

RELAZIONE GEOLOGICA

UBICAZIONE DEL SITO DI LAVORO

L'area in esame e' posta, come detto in localit  Trevi, ad una quota topografica variabile da circa 300 a circa 400 metri sul livello del mare.

Pi  precisamente questa zona si colloca in corrispondenza delle mura urbiche, in posizione periferica rispetto il centro abitato di Trevi.

La suddetta area risulta essere interamente contenuta in cartografia nella tavoletta in scala 1:25000 dell' I.G.M. "TREVİ" / S.O. appartenente al foglio n 131.

DESCRIZIONE GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICA

L'area in esame e' sita in corrispondenza della fascia di raccordo tra la parte pianeggiante, data dalla valle Folignate-Spoletina e la catena dei Monti Lagarella e Brunette;

la quota del sito prescelto per l'esecuzione dell'intervento in progetto e' variabile tra i 300 e i 400 metri sul livello del mare.

Per ci  che riguarda le caratteristiche geologiche dell'area in esame, bisogna dire che questa

può essere identificata come una porzione marginale della grande anticlinale, forse rovescia, data dai Monti di Foligno-Trevi, che ha nel Monte Aguzzo una delle cime principali, troncata nel suo fianco esposto ad Est, da faglie inverse ad alto angolo con direzione Nord-Sud, facenti parte di un più complesso sistema di faglie alla cui presenza e' imputabile l'affioramento del Calcarea Massiccio in corrispondenza dell'abitato di Trevi.

A monte della zona di intervento e' presente una grossa dislocazione tettonica avente all'incirca direzione Nord-Sud e che separa la dorsale sopracitata, dall'anticlinale dei monti Serano-Brunette, facente parte del più complesso sistema di pieghe e sovrascorrimenti che in generale caratterizza l'appennino Umbro-Marchigiano.

Dal punto di vista tettonico, l'appennino Umbro-Marchigiano e' costituito da un sistema di pieghe e sovrascorrimenti a vergenza Orientale, delimitato sul bordo Ovest dall'affioramento della Marnoso Arenacea e su quello Est dal fronte dei monti Sibillini e dal suo prolungamento verso Nord.

Questo sistema si e' originato in una fase tettonica compressiva ed e' costituito da un'alternanza di anticlinali e sinclinali, spesso evolutesi come sovrascorrimenti;

le pieghe sono fortemente asimmetriche, in genere con vergenza Orientale e con assi disposti ad arco e con convessità orientale.

Le anticlinali presentano geometrie con zona di cerniera ampia e piatta e con fianchi ripidi, spesso verticali o rovesciati, con la presenza di faglie inverse ad alto angolo;

le sinclinali sono generalmente strette.

Le pieghe e le associate faglie inverse ad alto angolo, sono dislocate da sovrascorrimenti, da faglie e da zone di taglio trascorrenti Nord-Sud destre ed Est-Ovest sinistre.

Successivamente su questo sistema di pieghe e sovrascorrimenti, in una fase tettonica distensiva, si e' impostato un complesso di faglie dirette (che in parte hanno riattivato le già esistenti faglie inverse), che delimita Graben e Semigraben, riempiti da sedimenti progressivamente più recenti verso Est.

Le strutture distensive, sono distribuite lungo allineamenti che si sviluppano per decine di

chilometri con direzione Nord Ovest-Sud Est e Nord Nordovest-Sud Sudest.

Tra le strutture distensive a noi più vicine, troviamo l'altipiano di Colfiorito e la piana Folignate-Spoletina.

I litotipi affioranti nella zona di intervento, sono dati da:

- depositi calcarei bianchi talvolta dolomitici, a giacitura massiccia, appartenenti alla formazione del **Calcarea Massiccio (Sinemuriano inferiore-Hettangiano)**;

questa formazione presenta banchi di spessore metrico che le conferiscono l'aspetto massivo che la contraddistingue dalle altre formazioni giurassiche.

I calcari sono spesso costituiti da micriti (*mudstones e wackestones*), ma talora si rinvengono litofacies detritiche, spesso bioclastiche, a granulometria variabile (*packstones* sature o parzialmente sature di matrice);

normalmente tale litotipo è costituito da calcari- biancastri con sfumature nocciola o rosate, privi o quasi di strutture sedimentarie, in strati spessi o molto spessi ;

nella parte più alta la stratificazione è più marcata con strati mediamente più sottili.

Il contenuto fossilifero è rappresentato da Gasteropodi, Brachiopodi, Echinodermi, Megalodontiti, Alghe.

Il Calcarea Massiccio rappresenta l'unico esempio in Appennino Umbro – Marchigiano di piattaforma carbonatica di acqua bassa con associazione di tipo *clorazoan* tropicale.

Di norma l'età del Calcarea Massiccio è riferita al Lias Inferiore (Hettangiano-Sinemuriano) ma in alcune successioni condensate e ridotte la parte superiore raggiunge il Carixiano.

- depositi marnosi e calcareo-marnosi stratificati e fratturati, ricchi in silice, da grigio-verdastri a rossi, riferibili alla formazione degli **Scisti ad Aptici (Kimmeridgiano-Aaleniano)**, con giacitura a franapoggio più inclinato del pendio.

Per quanto riguarda i depositi litoidi incontrati durante il rilevamento di superficie, c'è da dire che il contatto tra le formazioni degli Scisti ad Aptici e del Calcarea Massiccio è tettonico, legato alla presenza di una faglia il cui specchio è ben visibile in sito (a valle di palazzo

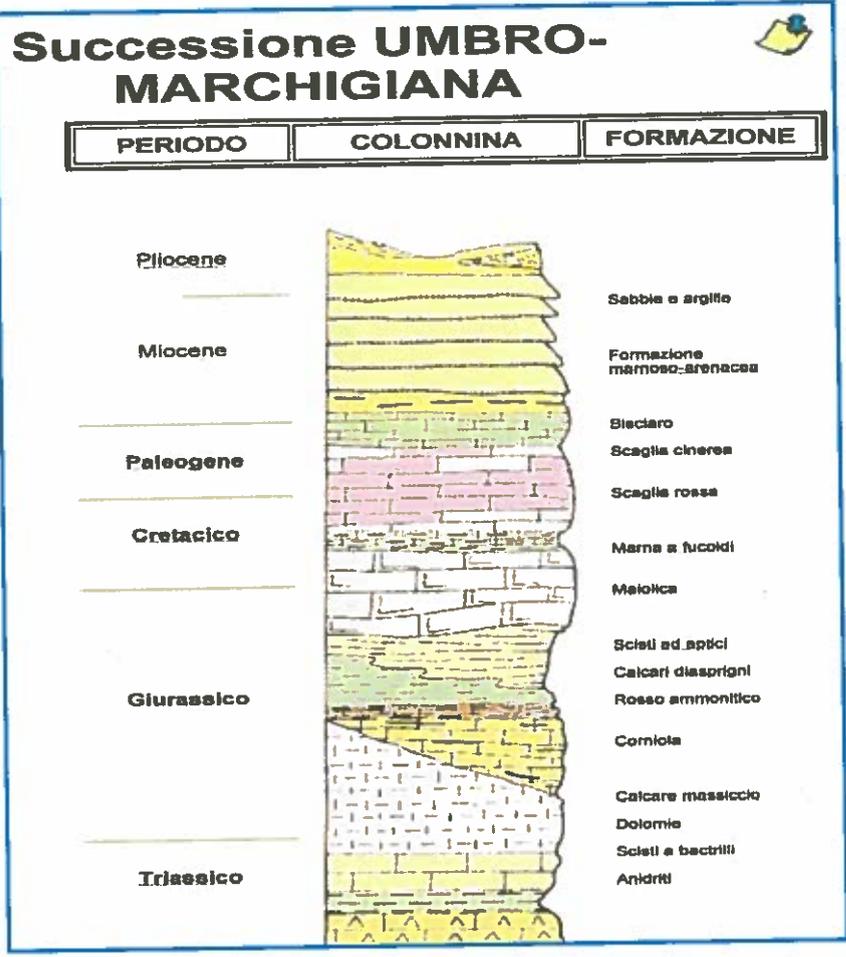
Valenti).

In particolare la cinta muraria che sarà interessata dagli interventi di ristrutturazione in progetto e' caratterizzata dall'aver le strutture fondali appoggiate in ogni punto in corrispondenza di un deposito litoide (da affiorante a sub affiorante) senza l'interposizione della coltre di materiali sciolti che localmente possono ricoprire la roccia in posto.

La morfologia della zona e' talvolta con una forte pendenza (fino a 30°) verso Sud-Ovest; le rotture di pendio che sono osservabili in loco, sono da attribuire quasi sicuramente alla diversa erodibilità delle rocce costituenti il sub-strato.

Le zone a minore pendenza corrispondono all'affioramento della porzione piu' erodibile resa tale anche dall'intervento tettonico, mentre la zona più ripida corrisponde all'affioramento della porzione calcarea meno erodibile.

Viene riportata di seguito la colonna stratigrafica tipo, che caratterizza la serie Umbro-Marchigiana, al fine di stabilire i rapporti deposizionali e quindi stratigrafici tra i vari litotipi presenti.



DISSESTI IN ATTO O POTENZIALI - STABILITA'

In corrispondenza del sito interessato dall'opera in progetto, nonostante l'elevata inclinazione del versante naturale (circa 30°), in virtù delle buone caratteristiche geomeccaniche dei depositi presenti (infatti su tutta l'area indagata sono presenti materiali litoidi affioranti o sub-affioranti) e della loro giacitura favorevole (a franapoggio più inclinato del pendio), non si ha evidenza di movimenti franosi in atto o latenti, ne' di fenomeni erosivi estesi, che potrebbero inficiare la fattibilità dell'intervento in progetto.

Per la presenza di roccia in affioramento, l'area investigata risulta immune nei confronti del fenomeno della liquefazione dei terreni in condizioni sismiche.

IDROGEOLOGIA

Per la determinazione di massima della circolazione idrica del sito, sono stati vagliati dati geologico-stratigrafici ottenuti raccogliendo notizie riguardanti precedenti perforazioni ed inoltre, per l'esatta individuazione del livello idrico e' stato eseguito un censimento di questo nei pozzi esistenti nella zona circostante il sito di lavoro.

Nel caso della pianura Folignate-Spoletina e dei rilievi montuosi circostanti, si puo' affermare che la circolazione delle acque e' pilotata dalla presenza di depositi a consistenza litoide, permeabili per porosità (acquisita durante la fase di messa in posto della roccia) e per fessurazione (acquisita in un secondo tempo, a seguito di movimenti tettonici che hanno prodotto la fratturazione della roccia), sostenuti da litotipi a prevalenza marnoso-argillosa.

In particolare per quanto riguarda la serie Umbro Marchigiana è possibile distinguere:

- i termini **permeabili** che costituiscono il sistema acquifero e che nel caso particolare sono dati dai litotipi attribuibili alle formazioni del Calcare Massiccio, della Corniola, della Maiolica, della Scaglia Rossa, e della porzione arenacea appartenente alla Marnoso Arenacea;
- i termini **impermeabili** che costituiscono la barriera invalicabile alla circolazione idrica, nel nostro caso sono dati dalle formazioni del Rosso Ammonitico, degli Scisti ad Aptici, dei Calcari Diasprigni, degli Scisti a Fucoidi, della Scaglia Cinerea e dal termine marnoso della formazione della Marnoso Arenacea.

E' al contatto tra i termini permeabili e quelli impermeabili, in condizioni giacitureali favorevoli, che è possibile rinvenire emergenze idriche sotto forma di sorgenti.

Per quanto riguarda i depositi permeabili presenti all'interno del bacino idrografico è possibile distinguere due tipologie:

- una caratterizzata da un deposito detritico, dato da ghiaie in matrice sabbiosa con un'elevata permeabilità primaria per porosità;
- una caratterizzata da depositi litoidi con un'elevato grado di fratturazione e

conseguentemente da un'alta permeabilità secondaria per fessurazione.

Dall'analisi dei dati reperiti e considerando le caratteristiche litologiche dei depositi presenti in loco, sembra comunque possibile escludere l'esistenza di un acquifero di una certa consistenza almeno nei primi 20 metri di profondità in ogni punto del tracciato murario.

Tuttavia, in corrispondenza di eventi piovosi particolarmente intensi, non si può escludere la presenza di falde idriche temporanee di modesta potenzialità, a profondità inferiore ma che non arriveranno mai ad interferire con le strutture fondali del manufatto da ristrutturare.

RELAZIONE GEOTECNICA

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE - RISULTATI E COMMENTI

Allo scopo di caratterizzare dal punto di vista meccanico i terreni che sono interessati dagli interventi in oggetto, sono state eseguite, nell'area di intervento, alcune prove penetrometriche dinamiche continue con penetrometro di tipo SUNDA DL 30 allo scopo di stimare le caratteristiche meccaniche dei depositi interessati ed il loro stato di addensamento.

Tuttavia, vista la natura litoide dei depositi affioranti ed il loro stato di addensamento, non è stato possibile infiggere la punta ad una profondità sufficiente a caratterizzare dal punto di vista meccanico i terreni sui quali sono appoggiate le strutture fondali del muro in oggetto.

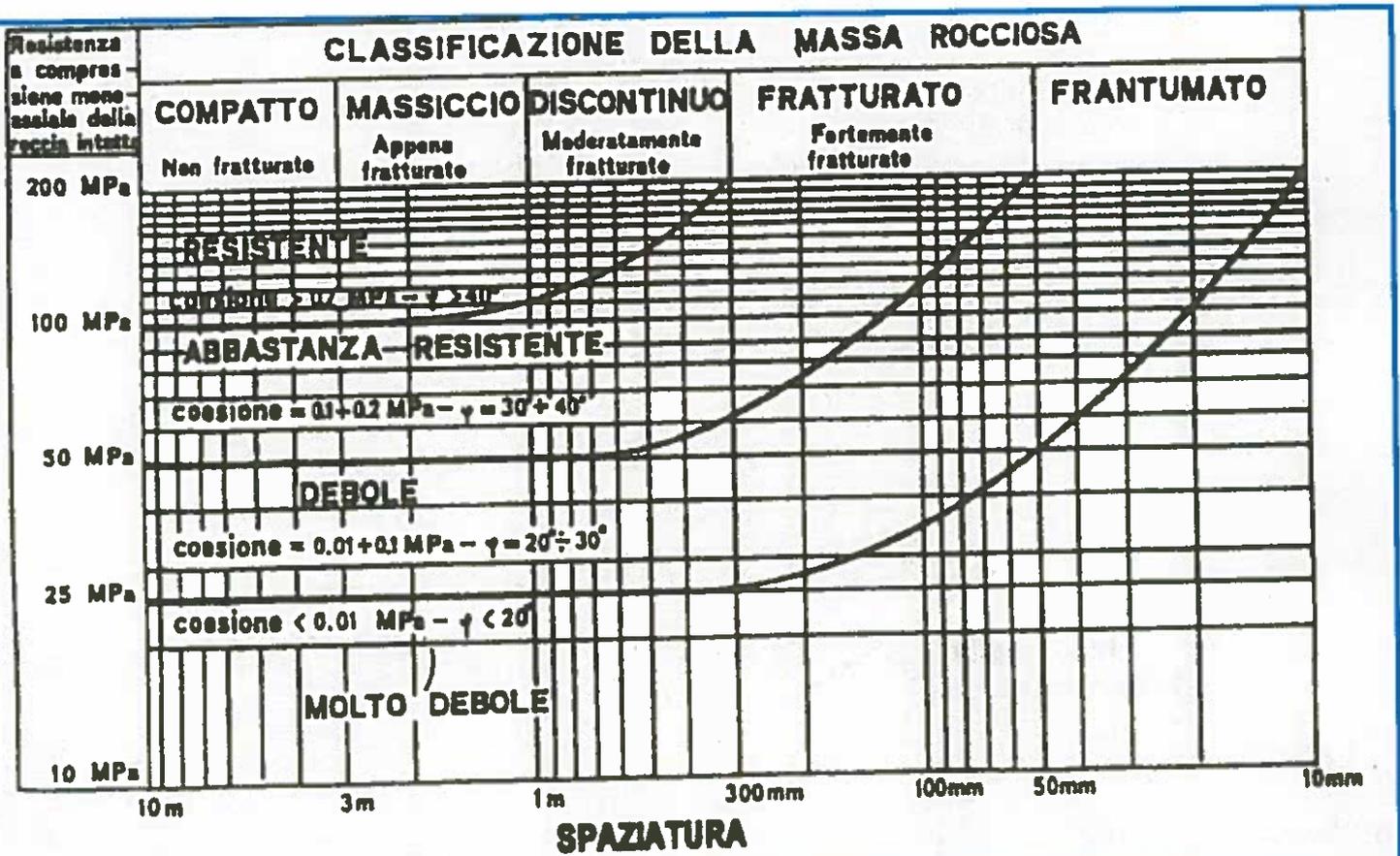
A questo inconveniente si è ovviato con l'effettuazione di un adeguato rilevamento di dettaglio, dal quale si è visto che i terreni che sono interessati dalle strutture fondali dei manufatti oggetto di intervento, sono dati da depositi litoidi di natura calcarea e calcareo marnosa, riferibili alle formazioni del *Calcarea Massiccio* e degli *Scisti ad Aptici*.

Per la difficoltà a raggiungere, allo stato attuale, il sito di intervento con mezzi meccanici, si consiglia di verificare in fase esecutiva la effettiva presenza della roccia in posto nei limitati tratti in cui questa non è osservabile, come previsto in fase progettuale.

Sono inoltre stati osservati numerosi tagli di scarpata e affioramenti, posti nei pressi dell'area oggetto di intervento, dai quali si è visto che i depositi affioranti sono dati dalla roccia madre che nel caso particolare è data dalle formazioni sopra riportate e come testimoniato dalla documentazione fotografica allegata.

FONDAZIONI E CAPACITA' PORTANTE

Per i litotipi affioranti nel sito oggetto di studio (materiali litoidi sia massivi che stratificati e fratturati) e che costituiscono la sede di imposta dei manufatti esistenti che saranno oggetto degli interventi di ristrutturazione, possono essere cautelativamente utilizzati i seguenti parametri meccanici, dedotti dal diagramma fornito da *Bieniawsky* per i litotipi in oggetto, riportato di seguito:



Da tale diagramma sono stati ottenuti i seguenti parametri:

per il tratto di mura urbiche che insistono in corrispondenza dei litotipi del **Calcarea Massiccio**;

COESIONE NON DRENATA C_u	0,2 Kg/cm²
ANGOLO DI ATTRITO Φ	34°
PESO DI VOLUME γ	2.00 t / m³

per il tratto di mura urbiche che insiste in corrispondenza del litotipo degli **Scisti ad Aptici**.

COESIONE NON DRENATA C_u	0,4 Kg/cm²
ANGOLO DI ATTRITO Φ	22°
PESO DI VOLUME γ	2.00 t / m³

In fase esecutiva dovrà inoltre essere verificato lo stato e l'effettivo livello di imposta punto per punto delle fondazioni esistenti;

qualora queste non rispondano alle effettive esigenze di stabilità del manufatto, tenendo anche in considerazione i modesti incrementi di carico che i lavori di ristrutturazione andranno ad imporre sulle strutture, dovranno essere previste delle opportune opere di sottofondazione.

Allo scopo di limitare al massimo i possibili cedimenti si consiglia di:

- progettare le eventuali strutture di sotto fondazione con dimensioni adeguate alle caratteristiche meccaniche dei terreni;
- verificare accuratamente che le opere di fondazione siano attestate sui terreni a maggiore capacità portante, dati nel caso particolare dai litotipi riferibili alle formazioni del **Calcarea Massiccio**, degli **Scisti ad Aptici**, superando, qualora se ne presenti

l'eventualità, i livelli a scadenti caratteristiche meccaniche eventualmente interposti;

- provvedere alla realizzazione di schermi drenanti, prossimi alle opere in oggetto, al fine di garantire un rapido ed efficace allontanamento delle acque superficiali.

COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE SISMICA

Allo scopo di definire tale coefficiente, sono stati utilizzati i dati delle indagini di Microzonazione Sismica a corredo del P.I.R. del centro abitato di Trevi.

Sulla base di tali dati è stato possibile suddividere l'area studiata in più zone ed in particolare:

- **Tratto di mura poste a valle di Porta del Busceto**

L'area sul quale è impostato tale tratto di mura è stata classificata come una zona E8B (*zona pedemontana di falda di detrito a copertura detritica eterogenea con spessore compreso tra 10 e 20 metri*), alla quale è stato attribuito un fattore di amplificazione sismica $F_a=1.5$.

- **Tratto di mura a monte della porta del Busceto fino a palazzo Valenti**

Tale zona è stata classificata come una zona con *roccia in affioramento* alla quale è stato attribuito un fattore di amplificazione sismica $F_a=1.0$.

- **Tratto di mura a monte di palazzo Valenti fino all'incrocio con la strada Comunale**

Tale zona è stata distinta come una zona E6b (*zona di cresta rocciosa-cucuzzolo, con rapporto altezza/larghezza compreso tra 0.1 e 0.2*), alla quale è stato attribuito un fattore di amplificazione sismica $F_a=1.2$.

- **Tratto di mura che va da porta Nuova alla porta del Cieco**

La zona in corrispondenza della quale sorge tale tratto di mura è stata classificata come una zona E6b (*zona di cresta rocciosa, cucuzzolo con rapporto larghezza/altezza compreso tra 0.1 e 0.2*) e ad essa è stato attribuito un fattore di amplificazione sismica $F_a=1.2$.

- Porzione di valle della porta del Busceto

Tale zona è stata individuata come una zona E9 e cioè come *zona di contatto* tra una zona con roccia in affioramento e una zona E8B (cioè come una zona di contatto tra litotipi aventi caratteristiche fisico meccaniche molto diverse).

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE

Con tale coefficiente si intende il rapporto tra il carico agente su di un elemento di terreno, ed il cedimento corrispondente;

normalmente tale valore viene ricavato da tabelle che forniscono per i vari tipi di terreno il coefficiente corrispondente.

Da tali tabelle viene ricavato un valore del coefficiente di sottofondo variabile in virtù dei terreni di fondazione ed in particolare per il caso in oggetto si ritiene opportuno adottare un coefficiente pari ad almeno $K_w = 12 \text{ kg/cm}^3$ per il tratto di mura appoggiate in corrispondenza del litotipo del *Calcere Massiccio* e $K_w = 8 \text{ kg/cm}^2$ per il restante tratto appoggiato in corrispondenza del litotipo degli *Scisti ad Aptici*.

CONSIDERAZIONI FINALI

L'area oggetto della presente indagine geologica risulta stabile dal punto di vista geomorfologico e pertanto gli interventi in progetto risultano fattibili sempre che le eventuali strutture di sotto fondazione vengano dimensionate nel rispetto del carico ammissibile e delle considerazioni fatte.

In conclusione, particolare attenzione dovrà essere rivolta alla:

- verifica della effettiva continuità del terreno di fondazione sull'intera area occupata dal manufatto oggetto di ristrutturazione;
- verifica del superamento, con il piano di posa di eventuali sottofondazioni, dei livelli a

scadenti caratteristiche meccaniche, o all'asportazione degli stessi, con l'attestazione delle stesse in corrispondenza delle formazioni litoidi date nel caso in oggetto dal Calcare Massiccio, dagli Scisti ad Aptici e dalla Maiolica.

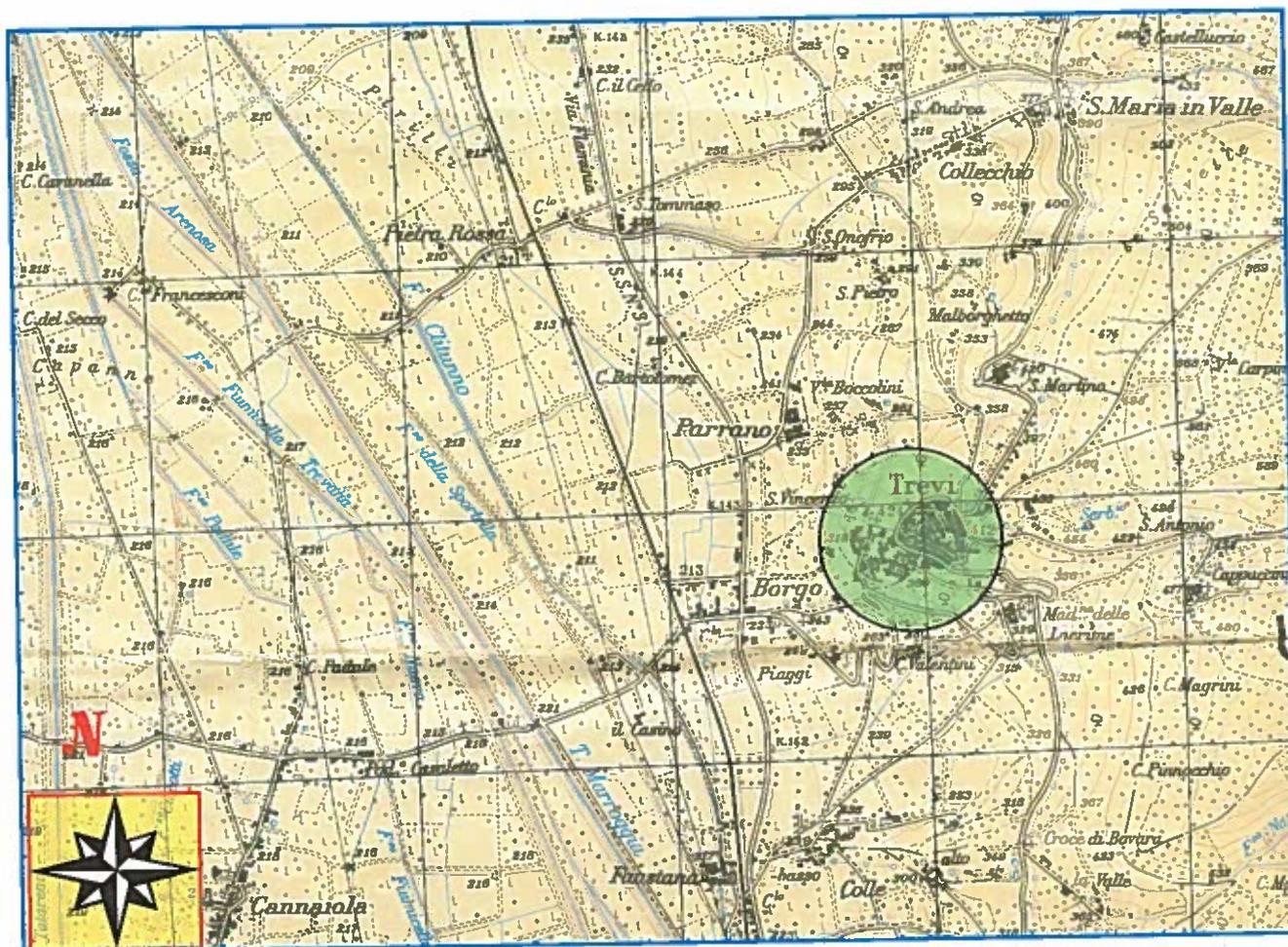
Qualunque variazione litologica incontrata in fase esecutiva dei lavori, entro l'area di assise delle mura urbiche oggetto di intervento, rispetto a quanto previsto in fase progettuale, dovrà essere immediatamente segnalata e si dovrà adeguare il progetto alla nuova situazione.

Si resta a disposizione per ulteriori chiarimenti e spiegazioni.

COLLABORATORE
DOTT.GEOLOGO
GAGLIARDONE A.

DOTT.GEOLOGO
ARISTEI PIETRO

147
REGIONE TIRRENA



STRALCIO COROGRAFIA I.G.M.

SCALA	1 : 25000
FOGLIO	N°131
TAVOLETTA	“TREVI” I.S.O.
AREA ESAMINATA	

STRATIGRAFIA

SCALA 1:100

Pagina 1/1

Riferimento: MURA URBICHE	Sondaggio:
Località: TREVÌ	Quota:
Impresa esecutrice:	Data: GIUGNO 2005
Coordinate:	Redattore:

Perforazione:										DESCRIZIONE					
Ø mm	R v	A r	Pz s	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0-100		S.P.T. S P T	N	RQD % 0-100	prof m	
				1										20.0	CALCARE MASSICCIO (SINEMURIANO INFERIORE - HETTANGIANO)
				2											
				3											
				4											
				5											
				6											
				7											
				8											
				9											
				10											
				11											
				12											
				13											
				14											
				15											
				16											
				17											
				18											
				19											
				20											

STRATIGRAFIA

SCALA 1:100

Pagina 1/1

Riferimento: COMUNE DI TREVÌ RISTRUTTURAZIONE MURA URBICHE	Sondaggio:
Località: TREVÌ	Quota:
Impresa esecutrice:	Data: GIUGNO 2005
Coordinate:	Redattore:

Perforazione:										DESCRIZIONE			
Ø mm	R v	A r	Pz s	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Pref. % 0 - 100		S.P.T. S P T	RQD % 0 - 100	prof. m
				1									SCISTI AD APTICI (KIMMERIDGIANO - ALENIANO)
				2									
				3									
				4									
				5									
				6									
				7									
				8									
				9									
				10									
				11									
				12									
				13									
				14									
				15									
				16									
				17									
				18									
				19									
				20									

20.0

LEGENDA

RILIEVO GEOLOGICO MURA URBICHE

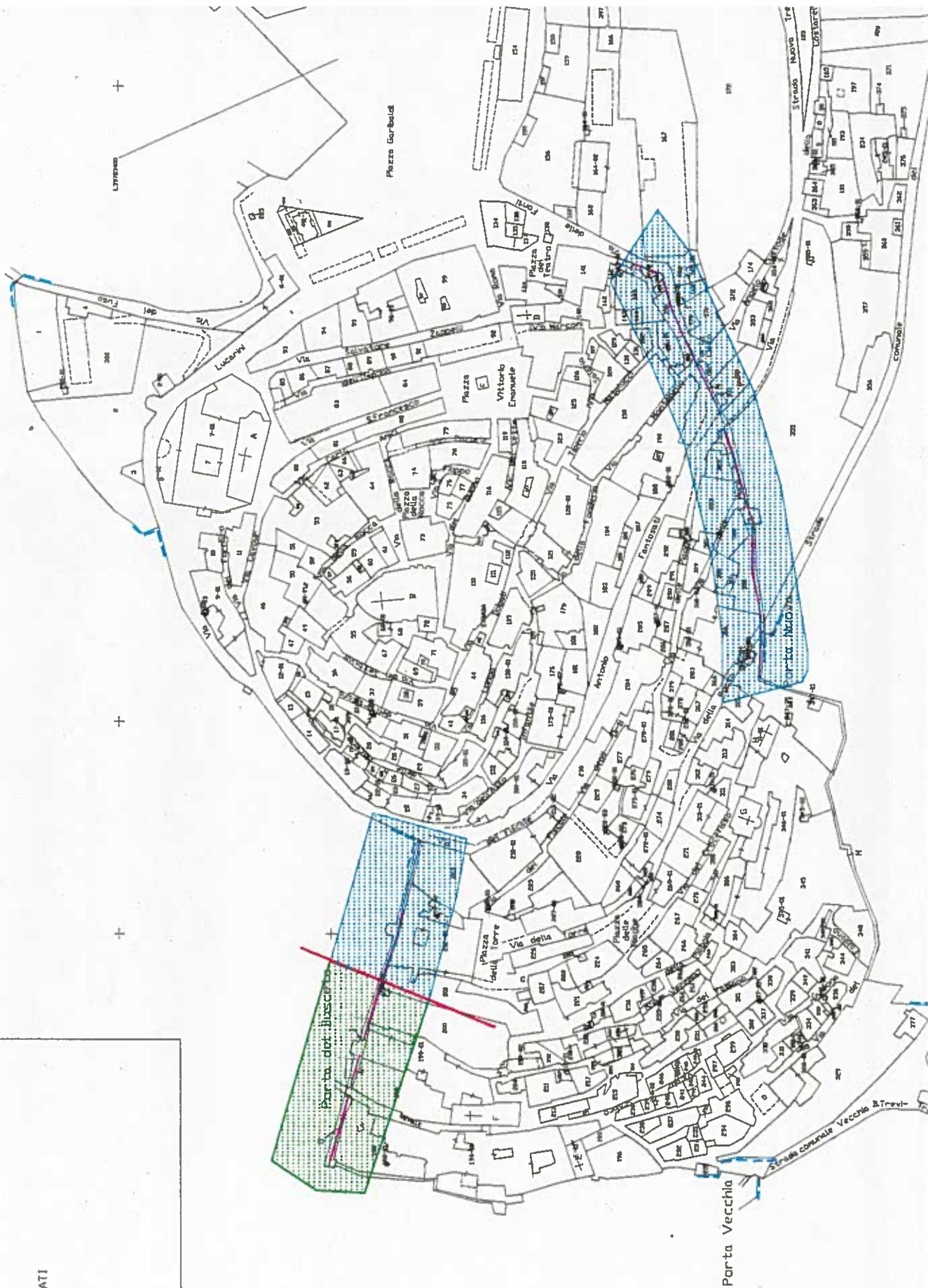
CINTA MURARIA

FAGLIE

GIACITURA DEGLI STRATI

CALCARE MASSICCIO

SCIISTI AD ARTICI



Foglio

LEGENDA

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

UBICAZIONE FOTOGRAFIE



Foglio

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1



FOTO 2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 3 "DIASPRI"

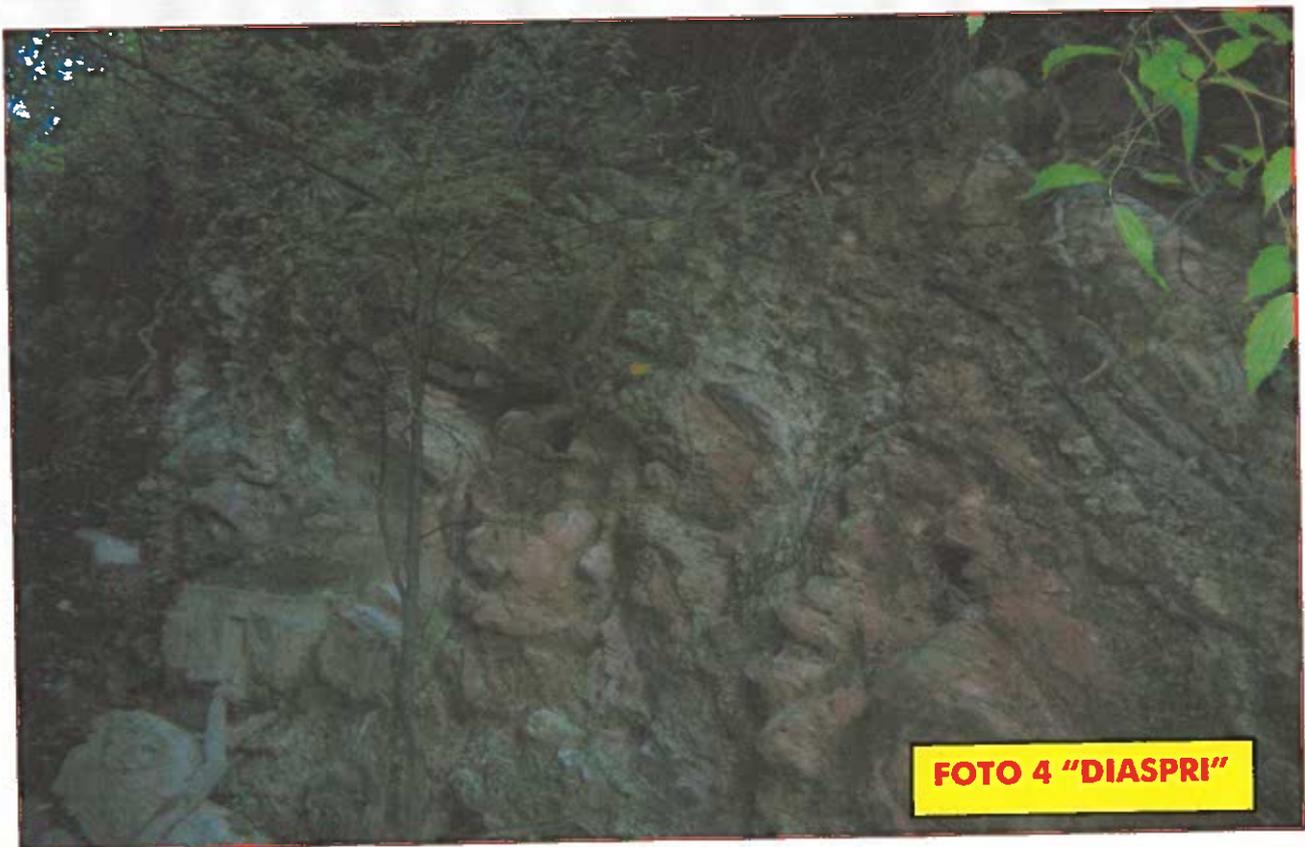


FOTO 4 "DIASPRI"

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 7 "CALCARE MASSICCIO"



FOTO 8 "CALCARE MASSICCIO"

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 9 "SPECCHIO DI FAGLIA"

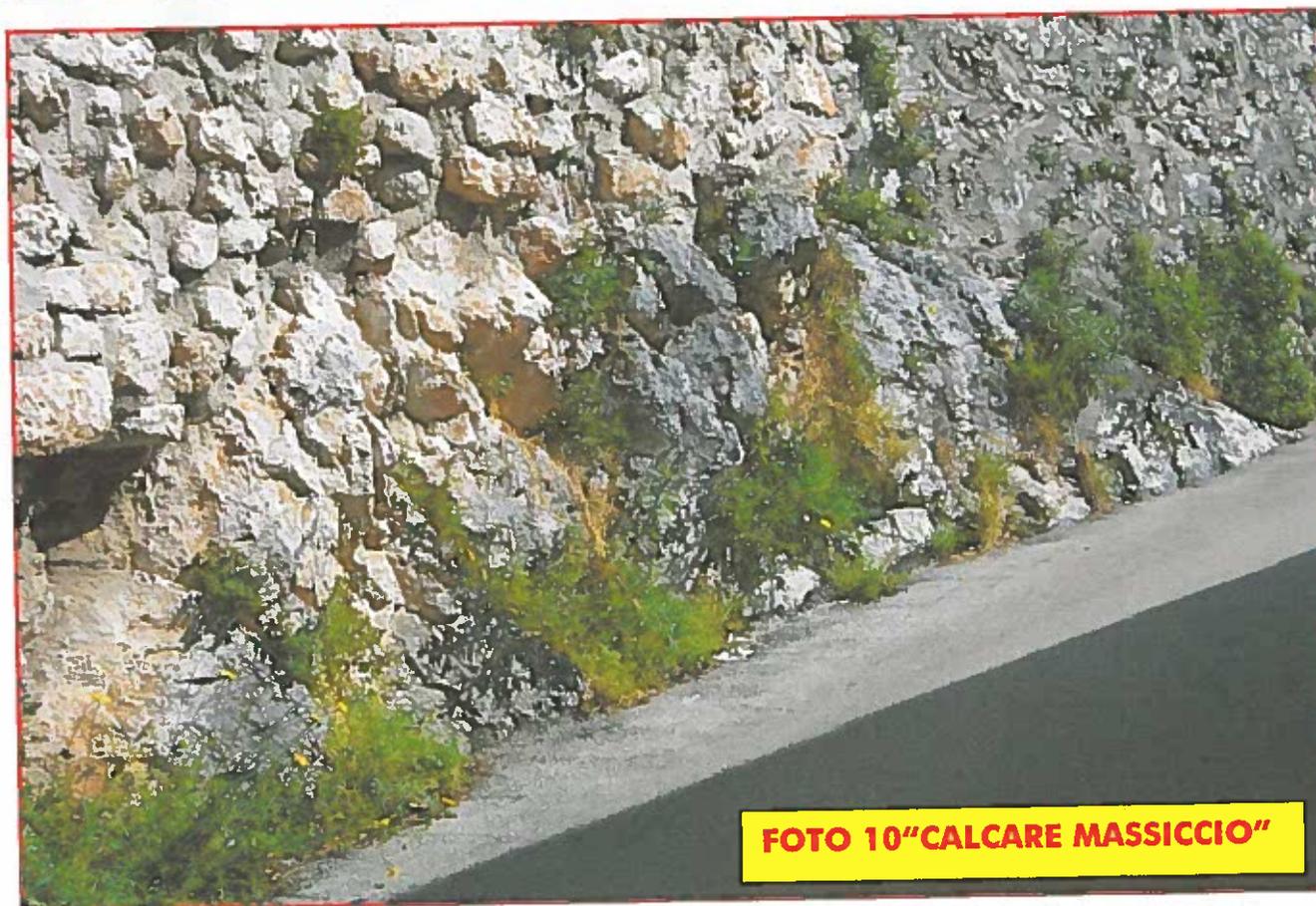


FOTO 10 "CALCARE MASSICCIO"

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

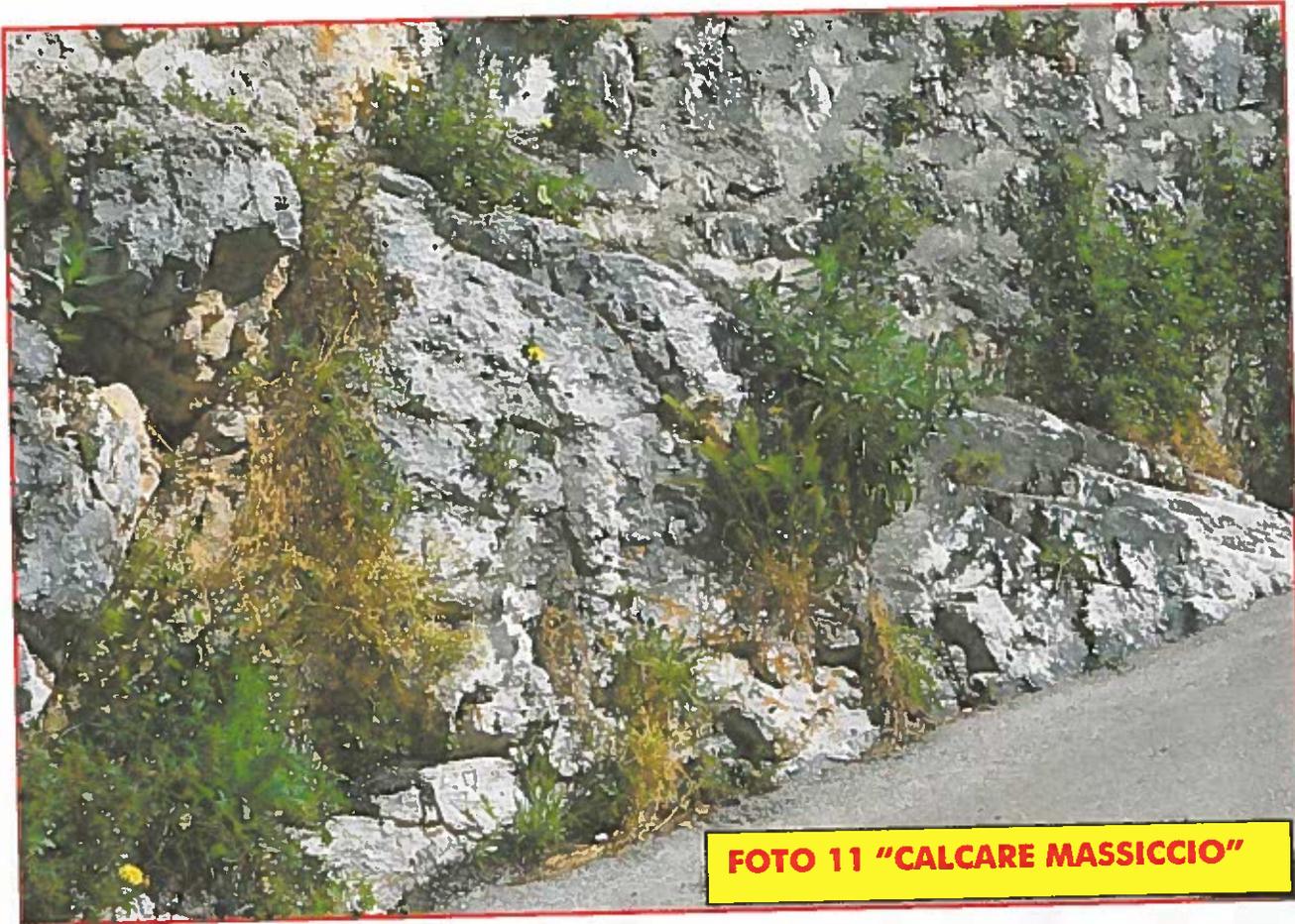


FOTO 11 "CALCARE MASSICCIO"



FOTO 12 "CALCARE MASSICCIO"

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 13 - PORTA NUOVA - "CALCARE MASSICCIO"



FOTO 14 "CALCARE MASSICCIO"