

# COMUNE DI CROTONE

## SETTORE 3 - LL.PP.

### RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE VIA SIBARIS

#### NUOVE OPERE DI SOSTEGNO CON TERRE RINFORZATE E PARATIE IN C.A



DATA:

**GENNAIO 2017**

ELABORATO/TAVOLA

**E.03**

SCALA:

LIV. PROGETTAZIONE

**PROGETTO ESECUTIVO**

REV. N.	AGGIORNAMENTI	DATA
REV.00	PRIMA EMISSIONE	GENNAIO 2017

CONTENUTO DEGLI ELABORATI

## Studio di fattibilità ambientale

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

ing. Massimiliano Berlingeri  
ing. Cosimo Santoro  
geol. Francesco Palmieri



**RUP**

ing. Gianfranco De Martino



#### IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

<b>CODICE COMMESSA:</b>	2016.002		
<b>TITOLO PROGETTO:</b>	RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE VIA SIBARIS - COMUNE DI CROTONE - PROGETTO ESECUTIVO		
<b>COMMITTENTE:</b>	COMUNE DI CROTONE – SETTORE III		
<b>R.U.P.:</b>	ing. Gianfranco DE MARTINO		
<b>ELABORATO N.:</b>	2016002_ESE_E03	<b>TITOLO ELABORATO</b>	E03. STUDIO DI FATTIBILITA' AMBIENTALE
<b>FILENAME:</b>	2016002_ese_elab_e03_fatt_amb_rev00_0.doc		

#### STATO DELLE REVISIONI

REV.	DESCRIZIONE	DATA	FIRMA
00	Prima emissione	gen. 2017	M. Berlingeri – C. Santoro F. Palmieri

#### REDAZIONE, APPROVAZIONE ED EMISSIONE

		DATA	FIRMA
<b>REDATTO DA:</b>	ing. M. Berlingeri - ing. C. Santoro - dr. F. Palmieri	gen. 2017	M. Berlingeri – C. Santoro F. Palmieri
<b>VERIFICATO DA:</b>	ing. Gianfranco DE MARTINO	gen. 2017	
<b>APPROVATO DA:</b>	ing. Gianfranco DE MARTINO		
<b>CONSEGNATO A:</b>			

## Indice

<b>1. PREMESSA.</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>3</b>
2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.	3
2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.	4
<b>3. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO.</b>	<b>5</b>
3.1. RIFERIMENTI NORMATIVI.	5
3.2. STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE COMUNALE.	7
3.3. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO.	7
3.4. VINCOLI E TUTELE AMBIENTALI.	7
<b>4. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO.</b>	<b>8</b>
4.1. MOTIVAZIONE DELL'INTERVENTO E FINALITÀ DELLE OPERE.	8
4.2. CRITERI PROGETTUALI ADOTTATI.	9
4.3. ANALISI DELLE ALTERNATIVE.	9
4.4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.	11
4.5. DISPONIBILITÀ E ACCESSIBILITÀ DELLE AREE E DEGLI IMMOBILI.	13
4.6. INTERFERENZE.	13
4.7. TIPOLOGIA DEI MATERIALI.	14
4.8. USO DELLE RISORSE NATURALI.	14
<b>5. QUADRO DI RIFERIMENTO PAESAGGISTICO-AMBIENTALE</b>	<b>14</b>
5.1. CONTESTO PAESAGGISTICO-AMBIENTALE DEL SITO DI INTERVENTO.	14
5.2. EVIDENZE ARCHEOLOGICHE.	15
<b>6. STIMA DEGLI IMPATTI AMBIENTALI.</b>	<b>15</b>
<b>7. FATTIBILITÀ DEL PROGETTO.</b>	<b>15</b>

## 1. PREMESSA.

I sottoscritti Ing. Massimiliano BERLINGERI, Dott. Francesco PALMIERI e Ing. Cosimo SANTORO, hanno ricevuto dal Dirigente del Settore 3 – Lavori Pubblici e Patrimonio – del Comune di Crotona, Ing. Gianfranco DE MARTINO, giusta Det. Dir. n.3110 del 19.12.2016, a seguito della procedura di somma urgenza per il crollo del muro di contenimento in via Sibaris verificatosi in data 11 Marzo 2016, l'incarico per lo studio del fenomeno franoso in atto nonché la progettazione delle soluzioni finalizzate al consolidamento della scarpata.

Con il presente studio di fattibilità ambientale si vuole pervenire, attraverso l'analisi della pianificazione vigente, ad una lettura aggregata ed integrata della stessa in grado di verificare la compatibilità degli interventi di progetto e gli indirizzi ai quali lo stesso dovrà rispondere.

Al fine di una corretta comprensione del complesso di interazioni esistenti tra le opere in progetto e l'ambiente, inteso questo nella sua accezione più ampia ed esaustiva, si è proceduto a:

- ✓ definizione dello stato "ante operam" dell'area interessata dal progetto;
- ✓ analisi della sensibilità e della vulnerabilità dell'ambiente locale alle sollecitazioni generalizzate costituite dalle azioni di pressione esplicitate dal progetto sull'area da esso interessata.

La stesura del presente studio è avvenuta mediante:

- ✓ ricerca e analisi di dati bibliografici;
- ✓ sopralluoghi in situ.

Come base topografica è stato adoperato il seguente materiale cartografico:

- ✓ Carta tecnica regionale (2001-2008), scala 1:5.000;
- ✓ cartografia redatta per la Cassa per il Mezzogiorno (1954), scala 1: 10 000;
- ✓ cartografia IGM, scala 1: 25.000 (1995);
- ✓ ortofoto Regione Calabria.

Per quanto attiene le elaborazioni cartografiche inerenti le previsioni di strumenti urbanistici e territoriali, nonché la presenza di vincoli e tutele ambientali, in corrispondenza dei siti di intervento, si rimanda alle tavole allegata al *Progetto Esecutivo* in esame.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.

### 2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.

Il sito oggetto di studio si ubica in via Sibaris, in agro del comune di Crotona. I riferimenti cartografici dell'area sono riportati nella Carta d'Italia IGM scala 1:25.000 foglio n. 571 sezione III – Crotona, nel foglio 238 III SE D "Crotona" del progetto Casmez, mentre come base topografica è stata assunta la Cartografia Tecnica Regionale elemento n. 571 102 in scala 1:5.000. In figura 1 è riportata l'ubicazione del sito su ortofoto (2009).



Figura 1 - inquadramento area di studio su ortofoto.

## 2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.

### 2.2.1. Caratteristiche geomorfologiche generali.

L'area oggetto dell'intervento è ubicata poco più di 3km in direzione Sud rispetto al centro della Città di Crotona, su Via Sibaris [Tav.1], sviluppandosi su versanti collinari, tra le quote di 50m e 60m s.l.m.. Il tratto in studio è ubicato nella zona di versante, a metà strada tra il pianoro sommitale e la fascia litoranea. La porzione alta dei versanti argillosi è caratterizzata da morfologia calanchiva; la parte bassa è stata oggetto di intensa attività edificatoria che ne ha occultato le originarie forme. Il pianoro (zona sommitale) è interessato, dal punto di vista litologico, da depositi biocalcarenitici e sabbiosi su substrato argilloso.

In relazione a quanto cartografato nell'ambito del *Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)*, così come elaborate dall'*Autorità di Bacino della Regione Calabria (ABR)*, tutta la macroarea in esame è interessata da intensi processi erosivi, per lo più superficiali.

L'evoluzione morfologica dell'area, desunta dal raffronto tra le cartografie storiche disponibili con lo stato di fatto, evidenzia che le fasce che un tempo rappresentavano degli impluvi hanno subito modifiche a seguito di abbancamenti/sbancamenti e "deviazioni".

### 2.2.2. Caratteristiche geologiche e litologiche generali.

In generale, il terreno che caratterizza l'area in questione è argilloso, facente parte della potente formazione Argillo-marnosa di Cutro (argille siltose da grigio-chiare a grigio-azzurre, con occasionali sottili intercalazioni di sabbie e silts; scarsa resistenza all'erosione e bassa permeabilità [PLIOCENE MEDIO-CALABRIANO]) (KCR), con vari gradi di consistenza, a seconda della profondità. Anche la percentuale di altri

componenti, quali limo e sabbia, varia con la profondità. La porzione più superficiale presenta una maggiore componente limoso-sabbiosa a scapito di quella argillosa per via della presenza di colluvioni, prodotte dal disgregamento del "pianoro" sabbioso-arenaceo sommitale (NNAb) e dei versanti argillosi.

### 2.2.3. Caratteristiche stratigrafiche di dettaglio.

Il dettaglio stratigrafico dell'area è stato ricavato con l'ausilio prospezioni meccaniche (a carotaggio continuo e penetrometriche dinamiche) e geofisiche (sismiche e geoelettriche), meglio specificate nel capitolo 4.

Le prospezioni hanno permesso di riconoscere tre livelli litologici: un livello superficiale di copertura sovrastante il substrato argilloso ed un livello di "passaggio" al substrato stesso, quest'ultimo non sempre presente. In particolare si è riscontrato quanto di seguito descritto:

- un livello superficiale (**MR**), costituito da terreno di riporto, eterogeneo, a porosità medio-elevata;
- un livello intermedio (**AL**), limoso-argilloso, di colore grigio-azzurro con venature grigio-chiaro. Nel corso del sondaggio (S07) detto livello si presentava saturo [foro allestito a piezometro];
- substrato argilloso (**AG**): si tratta di argilla di colore grigio-azzurra. Si presenta spesso laminata.

Per maggiori dettagli si rimanda alla lettura dell'**ELABORATO D – STUDIO GEOLOGICO-TECNICO E GEOMORFOLOGICO** ed ai relativi allegati.

## 3. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO.

Nei paragrafi seguenti si riportano i principali riferimenti normativi inerenti la analisi dei potenziali impatti che le scelte progettuali possono indurre sulle componenti ambientali. Con riferimento ai siti di intervento, si riportano inoltre le previsioni degli strumenti di pianificazione comunale e sovraordinata, nonché i vincoli inibitori e/o tutori eventualmente presenti, desunti da analisi cartografica.

### 3.1. RIFERIMENTI NORMATIVI.

Le scelte tecniche progettuali nonché le analisi preliminari degli impatti ambientali sono state effettuate in conformità alle normative vigenti in materia di seguito richiamate:

- **Regolamento Regionale 14 maggio 2009, n.5** – Modifiche al Regolamento regionale del 4 agosto 2008 n.3 ("Regolamento regionale delle procedure di Valutazione di Impatto Ambientale, di Valutazione Ambientale Strategica e delle procedure di rilascio delle Autorizzazioni Integrate Ambientali").
- **D.G.R n° 749 del 12 novembre 2009** – "Approvazione Regolamento della Procedura di Valutazione di Incidenza (Direttiva 92/43/CEE «Habitat relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche e Direttiva «Uccelli» relativa alla conservazione dell'avifauna e modifiche ed integrazioni al Regolamento regionale n. 3/2008 del 4/8/2008 e al Regolamento regionale n. 5/2009 del 14/5/2009".
- **D. Lgs. 03.04.2006, n.152** "Norme in materia ambientale e ss.mm.ii.";

- **D.G.R. n° 736 del 12 ottobre 2004** – “Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi del D.P.R. 12 aprile 1996 – Approvazione disciplinare” Pubblicata sul supplemento straordinario n. 3 al B.U.R. Calabria n. 1 del 15.01.2005;
- **D.P.R. del 12 aprile 1996** – “Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n° 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale” Pubblicata sulla G.U. n° 210 del 07.09.1996;
- **Legge 11 dicembre 2000, n. 365** - "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 12 ottobre 2000, n. 279, recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000" Pubblicata sulla G.U. n° 288 del 11 dicembre 2000;
- **D.G.R. (Calabria) n. 607 del 27/06/2005**: “Revisione del Sistema Regionale delle ZPS (Direttiva 79/409/CEE «Uccelli» recante «conservazione dell'avifauna selvatica » e Direttiva 92/43/CEE «Habitat» relativa alla «conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche») – Adempimenti” (BUR Calabria n. 14 del 27/06/2005);
- **D. Lgs. 22/01/2004 n. 42**: “Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137” (GU n. 45 del 24-2-2004 - Suppl. Ordinario n.28);
- **D.P.R. del 12/03/2003 n. 120**: “Regolamento recante modifiche ed integrazioni al D.P.R. del 08/09/1997 n. 357 concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli Habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche” (G.U. n. 124 del 30/05/2003);
- **D.P.R. del 08/09/1997 n. 357**: “Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli Habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche” (Supplemento ordinario n. 219/I alla G.U. n. 248 del 23/10/1997);
- **D.M. (Ambiente) 03/09/2002**: “Linee guida per la gestione dei siti Natura 2000” (G.U. n. 224 del 24/09/02);
- **Legge Regione Calabria 14/07/2003 n. 10**: “Norme in materia di aree protette” [Di particolare interesse risulta l'art. 30 comma 9, secondo il quale: “In conformita` alla presente legge, i siti individuati sul territorio calabrese sulla base del loro valore naturalistico e della rarita` delle specie presenti, assurti a proposta SIC ai sensi del D.M. 3 aprile 2000, a Zone di Protezione Speciali (ZPS), a siti di interesse nazionale (SIN) ed a siti di interesse regionale (SIR) ai sensi delle direttive 92/43 CEE e 79/409 CEE, dando vita alla rete europea denominata «Natura 2000», vengono iscritti nel Registro Ufficiale delle aree protette della Regione Calabria.”];
- **Legge n° 394 del 6 dicembre 1991** – “Legge quadro sulle aree protette” Pubblicata sulla G.U., n° 292 del 13 dicembre 1991;
- **Legge Regionale n° 23 del 12 aprile 1990** – “Norme in materia di pianificazione regionale e disposizioni connesse all'attuazione della legge 8 agosto 1985, n. 431 (Galasso)” Pubblicata sul B.U.R. Calabria n° 31 del 14 aprile 1990.
- **Decreto legislativo Decreto Legislativo 22 /01/ 2004, n. 42** "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137".
- **Regio Decreto del 30/12/1923 n°3267 sezione I vincolo per scopi idrogeologici.**
- **Legge 18/05/1989 n° 183** “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”.
- **Legge 05/01/1994 n° 37** “Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche.”
- **Decreto Presidente Repubblica 18/07/1995** “Approvazione dell'atto di indirizzo e di coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino.”
- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Regione Calabria** – Norme di attuazione e misure di salvaguardia.

### 3.2. STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE COMUNALE.

Le indicazioni di pianificazione territoriale e di tutela a livello comunale sono state tratte dalla sovrapposizione delle aree di interesse con gli elaborativi prescrittivi **P3 – Vincoli e tutele**, **P4 – Usi e modalità di intervento**, **TV – Geologia-Geomorfologia-Idrogeologia**, **A2.1 – Vincoli archeologici** del Piano Regolatore del Comune di Crotona.

In particolare, si evince che per le aree oggetto di dissesto sono rinvenibili le seguenti destinazioni d'uso e prescrizioni:

- Secondo l'elaborato P3 del PRG del Comune di Crotona:  
**- Territorio consolidato e da consolidare (Ambiti edificati);**
- Secondo l'elaborato P4 del PRG del Comune di Crotona:  
**- Zona residenziale di espansione turistica (art.19 comma 2);**
- Secondo l'elaborato TV del PRG del Comune di Crotona:  
**- Aree soggette a prescrizione per acclività;**
- Secondo l'elaborato A2.1 del PRG del Comune di Crotona:  
**- Aree non soggetta ad alcun vincolo o tutela.**

Per una dettagliata ubicazione delle diverse destinazioni e prescrizioni di cui sopra si rimanda alle **TAV. 4**.

### 3.3. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO.

Dalla analisi delle perimetrazioni di pericolosità e rischio idrogeologico contenute nell'attuale *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico* della Regione Calabria, si evince che il sito di intervento ricade in Zona ad Erosione Intensa. Per maggiori approfondimenti si rimanda alla lettura dell'**ELABORATO "STUDIO GEOLOGICO-TECNICO E GEOMORFOLOGICO"**.

### 3.4. VINCOLI E TUTELE AMBIENTALI.

Si riportano qui di seguito, in forma sintetica, le indicazioni di vincolo ricavate dall'analisi della vigente normativa nazionale e regionale in materia di tutela e conservazione del territorio:

- *Vincolo idrogeologico*: le aree direttamente interessate dalle opere in progetto non presentano vincoli di natura idrogeologica.
- *Vincolo storico-architettonico ed archeologico (ex L. 1089/39)*: all'interno delle aree interessate dall'opera in progetto non si riscontrano immobili sottoposti a vincolo architettonico, storico o monumentale né siti archeologici.
- *Aree boscate (ex L. 431/85)*: le opere in progetto non interessano aree boscate.
- *Fasce di rispetto fluviale (ex L. 431/85)*: le aree direttamente interessate dalle opere in progetto non sono sottoposte a vincolo paesaggistico.
- *Aree protette o non idonee*: Le aree direttamente interessate dall'opera in progetto non ricadono in aree protette.

## 4. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO.

### 4.1. MOTIVAZIONE DELL'INTERVENTO E FINALITÀ DELLE OPERE.

L'intervento complessivo di progetto prevede la messa in sicurezza del tratto di via Sibaris interessato dal crollo della preesistente opera di sostegno costituita da n.3 muri in c.a. sovrapposti (nella sezione più alta), garantendo al contempo il ripristino della viabilità di penetrazione della lottizzazione ivi presente.

Come si evince dagli elaborati planimetrici allegati, l'opera di sostegno crollata costituiva il muro di sottoscarpa del rilevato della strada di penetrazione della lottizzazione VRICA S.a.s. adiacente al Lotto n.12 (fabbricato costituito da n.6 villette a schiera a 2 piani fuori terra più seminterrato).

Il tratto di strada interessato dal dissesto franoso è lungo circa 60 m ed è costituito da un'unica livelletta di pendenza del 14% circa.

A valle del muro crollato, a un dislivello variabile tra 4 e 12 m rispetto alla strada sovrastante, è posta una strada adiacente al Lotto n.11 (fabbricato anch'essa composto da n.6 villette a schiera a 2 piani fuori terra più seminterrato).

Attualmente la strada a valle è ricoperta dai detriti risultanti dal crollo del muro e dalla demolizione dei blocchi in c.a. rimanenti, mentre quella a monte si presenta a larghezza all'incirca dimezzata, in quanto franata per una larghezza variabile fra i 3 e i 4 m, con pendio che è stato profilato provvisoriamente con scarpa di circa 1:1.

Dall'analisi della superficie libera del pendio, dalle risultanze dei rilievi e delle indagini e dall'esame delle sezioni geologico-tecniche, si deduce che il terreno franato in seguito al crollo del muro di sostegno è rappresentato essenzialmente dal riporto a grana grossa che costituiva la parte in rilevato della strada a mezza costa adiacente il Lotto 12 (denominata in precedenza e in seguito "strada a monte"), mentre si rileva la sostanziale stabilità del pendio argilloso naturale.



Figura 2 - Foto del sito negli istanti immediatamente successivi al crollo.

## 4.2. CRITERI PROGETTUALI ADOTTATI.

Nello studio delle possibili soluzioni progettuali, fermo restando l'obiettivo generale di mettere in sicurezza il sito di intervento e ripristinare lo stato ex ante, si è cercato di tener conto dei seguenti criteri di progettazione:

- **impatto psicologico:** la soluzione da individuare deve garantire il minore impatto di tipo psicologico sugli abitanti del luogo, duramente provati dall'evento calamitoso, il quale solo grazie alla prontezza di intervento della Amministrazione comunale e delle forze dell'ordine, messe in allarme dai cittadini, e delle ditte intervenute, non ha determinato danni maggiori a cose e persone;
- **impatto paesaggistico-ambientale:** l'opera di sostegno da realizzare, di notevole ingombro e dimensioni (altezza di circa 12 m nella sezione più critica), deve essere tale da minimizzare, sia in fase di cantiere che di esercizio, l'impatto paesaggistico sull'area, già interessata da opere di sostegno imponenti e dalle caratteristiche estetiche non del tutto consone al contesto;
- **fattibilità tecnico-economica:** la soluzione da individuare deve essere tale da risultare fattibile in relazione agli aspetti tecnici (ad esempio accessibilità ai mezzi d'opera, sicurezza per gli operatori durante le fasi di cantiere, stabilità dei fabbricati limitrofi durante le fasi di cantiere, ...) ed alle disponibilità economiche e finanziarie presenti;
- **tempi di esecuzione:** la soluzione da individuare deve essere tale da potersi realizzare nel minor tempo possibile.

## 4.3. ANALISI DELLE ALTERNATIVE.

L'altezza della scarpata da sostenere con le opere in progetto varia da un minimo di 4 m a un massimo di 12 m.

Si è innanzitutto scartata la possibilità di sostituire anche parzialmente l'opera di sostegno rigida crollata (muro di sottoscarpa) con una di caratteristiche simili, sia per ragioni di carattere paesaggistico (pur non essendo l'area soggetta a vincoli, si tratta comunque di una zona residenziale con vista sul mare e fabbricati di pregio), che per ragioni di sicurezza e di occupazione di spazi (la realizzazione di un muro comporterebbe la necessità di effettuare rischiosi movimenti preliminari di terra alla base della scarpata; inoltre la fondazione avrebbe invaso il sottofondo della strada di valle, con la necessità di effettuare il parziale smantellamento e rifacimento di quest'ultima).

Si è ritenuto quindi preferibile valutare l'inserimento di un'opera di sostegno flessibile, e precisamente una paratia di pali in c.a., in quanto comporta una minore occupazione di spazi in orizzontale rispetto ad un'opera di sostegno rigida e consente un'esecuzione più rapida e sicura in quanto non richiede movimenti di terra preliminari.

La scelta delle fondazioni profonde (pali) risponde all'esigenza principale di evitare che le azioni trasmesse da un'eventuale fondazione superficiale dell'opera di sostegno possano andare a gravare sul vicino muro del piano seminterrato del fabbricato di valle (Lotto 11).



Figura 3 - Ubicazione lotti.

La possibilità di sostenere l'intera scarpata (per un'altezza variabile tra 4 e 12 m) esclusivamente con una paratia in c.a. al bordo esterno della strada di monte è stata scartata perché troppo costosa: oltre che richiedere un notevole impegno dal punto di vista delle opere in c.a., questa soluzione infatti non risolverebbe il problema del sostegno della scarpata sottostante, che bisognerebbe contenere con un'ulteriore paratia o altre opere di sostegno a valle (nella figura sottostante è riportata la sezione della soluzione sopra descritta nel punto in cui il dislivello è più elevato). Si tenga, inoltre, conto che le distanze dal fabbricato di monte (Lotto n.12) al ciglio della scarpata renderebbero difficoltose le fasi di cantiere per le macchine operatrici.

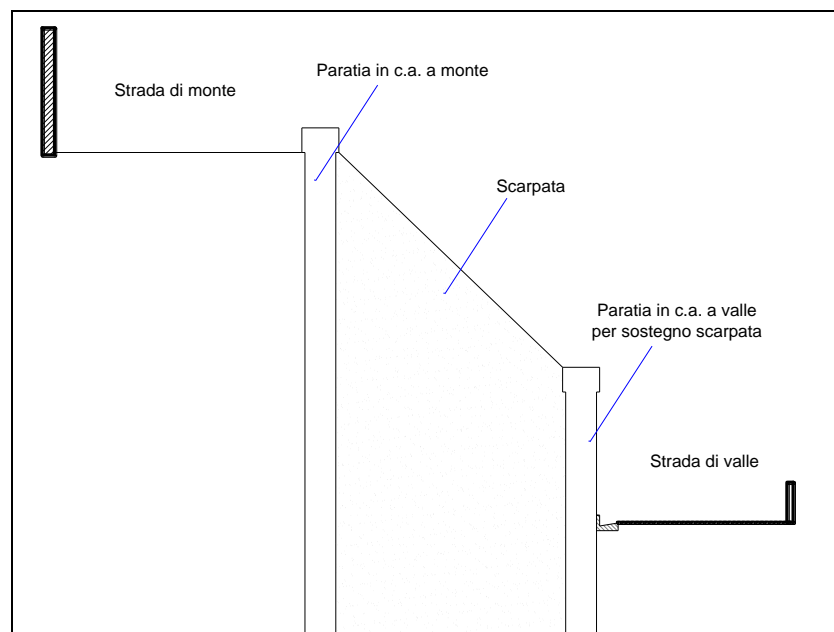


Figura 4 - Ipotesi progettuale con paratia a tutta altezza nella sezione più critica.

I progettisti hanno pertanto ritenuto di adottare una soluzione "mista", che tenga nel debito conto tutti gli aspetti da considerare nel caso specifico (strutturali, geotecnici, economici, paesaggistici e psicologici), utilizzando, per un'altezza massima di 3.50 m, una paratia di pali in c.a. alla base del pendio, lungo il bordo interno della strada di valle, e sostenendo il dislivello rimanente con l'adozione di rilevati in terra rinforzata, sfruttando sia le capacità di contenimento del pendio di questo tipo di strutture (paragonabili per il loro funzionamento statico a muri sostegno a gravità) sia le loro qualità di migliore inserimento nell'ambiente circostante.

#### 4.4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.

La soluzione progettuale proposta dai progettisti prevede la realizzazione dei seguenti interventi:

- **Paratia di pali in c.a.:** alla base del pendio, in aderenza alla strada di valle, si prevede la realizzazione di una paratia di pali in c.a. di diametro 60 cm con sbalzo fuori terra di 2.90 m, più 0,60 m di trave di coronamento, infissi nel terreno per una profondità variabile fra i 3 e 5 m. Il paramento esterno della paratia sarà rifinito in cls. Tale intervento consentirà di trasferire nel sottosuolo le tensioni del pendio a monte senza gravare sul muro che delimita il seminterrato del fabbricato di valle. Le trivellazioni per l'esecuzione dei pali in c.a. accostati, costituenti la paratia (di diametro 60 cm e lunghezza complessiva variabile tra i 7 e gli 8 m, di cui la metà costituisce la profondità di infissione) verranno eseguite con sonda a rotazione, per evitare la trasmissione di vibrazioni ai fabbricati esistenti. Poiché il terreno da perforare è argilloso e possiede, a partire dalla profondità di circa 1,0÷1,5 m, una buona coesione anche in condizioni drenate, l'adozione del tubo forma sarà necessaria solo per la parte fuori terra e per lo strato più superficiale da perforare. Il mezzo cingolato su cui saranno montate le aste e la sonda di perforazione passerà sopra i detriti risultanti dal crollo del muro, provvisoriamente abbancati sulla strada di valle, che non saranno rimossi (ad eccezione dello spazio strettamente necessario alle trivellazioni) fino al completamento dell'esecuzione della paratia.
- **Opera di sostegno in terra rinforzata:** L'altezza rimanente del pendio, variabile tra 1 e 9 m, sarà contenuta da un'opera di sostegno in terra rinforzata, la quale fungerà anche da rilevato per ricostituire la sezione stradale originaria a monte. Nel campo delle geotecnica è definita come opera in terra rinforzata o pendio rinforzato, una struttura atta al contenimento o alla stabilizzazione di una scarpata costituita, essa stessa, da terreno e da elementi di rinforzo di forma e materiale opportuno, capaci di assorbire sforzi di trazione. Tali elementi vengono di solito disposti lungo piani di posa orizzontali durante il riempimento e la compattazione del rilevato di terra, che avviene per strati successivi. Nel tratto più alto l'opera in terra rinforzata sarà costituita da n.3 blocchi di terra rinforzata, opportunamente sovrapposti e sfalsati, ciascuno con sezione trasversale di larghezza massima 5,00 m e altezza 3,00 m; successivamente le dimensioni e il numero degli elementi in terra rinforzata si ridurranno opportunamente seguendo la pendenza della strada di monte. Gli elementi in terra rinforzata sovrapposti saranno disposti non allineati in verticale, in maniera tale che la base di ciascun elemento scarichi lo sforzo di scorrimento in

massima parte sul terreno naturale, sfruttando le capacità portanti di quest'ultimo e riducendo quindi l'azione orizzontale complessiva sugli elementi sottostanti.

- Protezione antierosiva tecnologia "PRATI ARMATI":** Si tratta di una tecnologia verde utilizzata per contrastare l'erosione dei versanti e per favorire la rinaturalizzazione, che utilizza esclusivamente specie erbacee autoctone perenni, caratterizzate da un apparato radicale profondo e resistente che imbriglia il terreno e da una fitta coltre vegetale. L'intervento avverrà sulle superfici di progetto (scarpate e pianori), utilizzando un miscuglio di sementi (non inferiore a 50 g/mq) autoctone di specie o varietà erbacee perenni in quantità e proporzioni da definire in base alle caratteristiche pedologiche del cantiere e aventi le seguenti caratteristiche: • rusticità: sono infatti utilizzabili come piante pioniere in quanto capaci di vegetare anche in suoli poveri di sostanze organiche ed elementi nutritivi, contribuendo a ripristinare un substrato favorevole alla successiva rinaturalizzazione; • non infestanti (si definiscono infestanti piante che si propagano in modo virulento e incontrollato e non sono di alcuna utilità); • non modificate geneticamente; • costituiscono un ottimo foraggio; • capacità di ricaccio elevata dopo gli incendi; • adattabilità a condizioni pedoclimatiche estreme: temperature da  $-40^{\circ}$  a  $+60^{\circ}$  C; reazione del terreno compresa da pH 4 a pH 11; • adattabilità a sopportare sommersioni anche per periodi prolungati; • capacità di resistere anche in zone estremamente siccitose; • capacità di vegetare anche su suoli fortemente inquinati da cadmio, cobalto, cromo, rame, mercurio, nichel, piombo, antimonio, selenio, zinco, etc. • non richiedono particolari manutenzioni. Tale intervento garantirà, inoltre, un adeguato inserimento paesaggistico nel contesto di riferimento.
- Sistema di drenaggio superficiale e profondo:** al fine di dissipare le eventuali sovrappressioni dovute alle acque di infiltrazione, si prevede la realizzazione di un idoneo sistema di drenaggio superficiale e profondo. Il primo sarà costituito da cunette in terra al piede di ogni blocco di terra rinforzata, il secondo da nucleo drenante in argilla espansa avvolto all'interno di un telo in geotessuto con alla base tubo microfessurato, a tergo della paratia e delle terre rinforzate. Tale sistema convoglierà in direzione longitudinale le acque di infiltrazione in parte alla rete delle acque bianche della lottizzazione ed in parte nel reticolo idrografico superficiale (calanco) posto a sud-est del sito di intervento.
- Ripristino delle sedi stradali e sottoservizi:** si provvederà infine al ripristino della sede stradale sia a valle che a monte dell'opera in progetto, nonché al ripristino dei sottoservizi (fogna bianca e nera, rete idrica e pubblica illuminazione, con la posa in opera di n.3 lampioni) scavando nella parte di sezione stradale a monte rimasta integra.

Si rimanda per maggiori dettagli alla lettura degli elaborati di progetto, di seguito si riporta la sezione tipo nel tratto più alto del pendio.

Per la sicurezza dei lavoratori impegnati nella realizzazione delle opere, si seguiranno tutte le prescrizioni del D.Lgs. n.81/2008, e in particolare:

a) Per motivi di sicurezza, prima della realizzazione delle opere di contenimento vere e proprie a valle, sarà necessario eliminare il materiale di riporto residuo del rilevato stradale, per il tratto di sezione trasversale strettamente necessario alla messa in sicurezza ed alla realizzazione delle opere in progetto. Tutti gli scavi verranno eseguiti a gradoni di altezza massima 3 m, cercando, compatibilmente con gli spazi a disposizione, di dare al fronte di scavo una pendenza quanto minore possibile: la stabilità dei vari fronti di scavo nelle varie fasi sarà verificata coi metodi della geotecnica, tenendo conto anche della presenza del fabbricato limitrofo a monte e, qualora tali verifiche dovessero dare esito negativo, essi saranno adeguatamente con sbadacchiature e puntellature costituite da tavoloni e puntelli, opportunamente disposti e dimensionati.

b) Prima degli ulteriori scavi e della posa in opera delle terre armate lungo la scarpata, verrà realizzata la paratia di pali in c.a. sul bordo interno della strada di valle, che consentirà una maggiore sicurezza nell'esecuzione dei lavori a monte. Per la sicurezza degli operatori a monte, sarà inoltre realizzata una barriera provvisoria anticaduta dell'altezza minima di 1 m, in aste metalliche zincate poste a interasse di 180 cm, con due traverse e una tavola fermapiede in legno, ancorata alla trave di coronamento in c.a. della paratia.

#### **4.5. DISPONIBILITÀ E ACCESSIBILITÀ DELLE AREE E DEGLI IMMOBILI.**

Ai fini della cantierabilità degli interventi previsti in progetto, si è provveduto a verificare la disponibilità delle aree mediante opportuno inquadramento catastale. Le aree da utilizzare sia in via temporanea che definitiva sono di facile accesso, attraverso la strada di quartiere che parte dall'incrocio tra via Sibaris e viale Magna Grecia e la successiva strada di lottizzazione, e sono nelle disponibilità dell'Amministrazione in quanto già occupate per l'immediata messa in sicurezza dei fabbricati a monte e a valle (vedere documentazione fotografica allegata).

Le aree che saranno occupate in permanenza dalle opere in progetto fanno parte del solido stradale di monte e della scarpata che era sostenuta dal muro crollato: non essendo prevista l'occupazione permanente di nuove aree, non sarà necessario procedere ad espropri.

Nella zona in cui si dovrà operare sono presenti tutte le opere di urbanizzazione primaria: prima dell'allestimento del cantiere, si concorderanno con i rispettivi enti gestori le modalità di allacciamento delle varie utenze di cantiere alla rete elettrica, idrica e fognaria.

#### **4.6. INTERFERENZE.**

Alla data di redazione del presente *Progetto Esecutivo*, il crollo della opera di sostegno di sottoscarpa ha interessato parzialmente la rete di pubblica illuminazione. Inoltre, risulta presente lungo il ciglio della attuale scarpata, con evidente rischio di crollo, la rete di raccolta delle acque bianche.

Da rilievi in situ risulterebbero presenti, infine, perdite da rete fognaria. Gli interventi di progetto contemplano il ripristino dei sottoservizi di cui sopra, con ricollocazione nella porzione della sezione stradale a monte della opera di sostegno di progetto.

#### 4.7. TIPOLOGIA DEI MATERIALI.

Qui di seguito si riportano, in sintesi, i materiali che si intende utilizzare ai fini della realizzazione degli interventi di progetto di cui sopra:

- Opere di contenimento in terre rinforzate: opere di contenimento, utili per il consolidamento ed il contenimento delle scarpate e dei pendii in frana, ottenuta mediante la nota tecnica delle terre rinforzate, rilevati in terra con inserimento di rinforzi in tessuto non tessuto in materiale del tipo PET/PVC/Nylon. Tale opera sarà completata con tecnologia PRATI ARMATI, idoneo rivestimento antierosivo ottenuto mediante idrosemina di specie autoctone a radicazione profonda..
- Opere di drenaggio: sono costituite da nuclei drenanti con tubo microfessurato, contornati da geotessile non tessuto ad alte prestazioni idrauliche. Tali materiali saranno utilizzati in sotterraneo e non avranno alcun impatto sull'ambiente.
- Paratia in c.a.: si prevede la realizzazione di paratia in c.a. al piede del pendio, con altezza libera pari a circa 3,50 m (comprensiva di trave di coronamento).
- Ripristino sede stradale e sottoservizi: si farà ricorso ai materiali necessari alla ricostruzione del solido stradale (misto stabilizzato, binder, tappetino bituminoso), nonché alle condotte in materiale plastico per il ripristino delle reti idriche e fognarie.

#### 4.8. USO DELLE RISORSE NATURALI.

La realizzazione della maggior parte delle opere in progetto non prevede l'uso di risorse naturali derivanti dall'ambiente strettamente circostante, a meno dei materiali terrosi presenti che saranno in minima parte reimpiegati nella riprofilatura morfologica del pendio. I volumi di materiale terroso eccedenti la limitata sistemazione morfologica saranno trasportati in discarica autorizzata e smaltiti secondo le vigenti normative.

I calcestruzzi necessari alla realizzazione di opere in c.a. saranno prodotti in apposite centrali di betonaggio poste nelle vicinanze.

### 5. QUADRO DI RIFERIMENTO PAESAGGISTICO-AMBIENTALE.

Al fine di caratterizzare preliminarmente il contesto ambientale in cui si inseriscono gli interventi di progetto, si riporta di seguito un quadro generale di riferimento del contesto in esame.

#### 5.1. CONTESTO PAESAGGISTICO-AMBIENTALE DEL SITO DI INTERVENTO.

Il sito di intervento si inserisce in un contesto periurbano costiero, caratterizzato dalla presenza di numerosi complessi a destinazione turistico-residenziale, in armonia con quanto previsto dalle linee di sviluppo dettate e normate dal Piano Regolatore Generale del Comune di Crotone.

Lungo l'asse viario rappresentato da viale Magna Grecia (ex via per Capo Colonna) e dalla SP49 che congiunge il centro abitato di Crotone dal cimitero con la località Capo Colonna, insistono numerose lottizzazioni ed episodi edilizi privati, nonché complessi turistici di notevole estensione.

La morfologia del territorio di area vasta è quella tipica della costa crotonese, con ampi terrazzi che degradano verso il mare con pendici in formazione argillosa di tipo calanchivo.

Per effetto della natura argillosa del terreno, scarsa risulta la vegetazione arbustiva lungo i versanti a forte pendenza. Per un approfondimento si rimanda al rilievo fotografico dell'area in esame.

## 5.2. EVIDENZE ARCHEOLOGICHE.

All'atto di stesura del *Progetto Esecutivo* in esame, nel sito di intervento non si notano particolari evidenze archeologiche non censite e/o contemplate nei riferimenti normativi sopra riportati.

## 6. STIMA DEGLI IMPATTI AMBIENTALI.

Dall'analisi delle caratteristiche degli interventi di progetto e del contesto paesaggistico-ambientale di riferimento, è possibile affermare che la realizzazione degli stessi non genera effetti significativi sull'ambiente.

I principali impatti saranno di tipo temporaneo e reversibile, strettamente connessi alle fasi di cantiere.

I materiali da impiegare nella realizzazione delle opere di progetto sono del tutto compatibili con il sito di intervento: le scelte progettuali sono state votate alla applicazione di tecniche e tecnologie a basso impatto ambientale, che consentono inoltre un gradevole inserimento paesaggistico (cfr "PRATI ARMATI" in par 4.4).

Al fine di garantire una idonea verifica dell'inserimento dell'opera nel contesto, è comunque opportuno, nella successiva fase progettuale, provvedere alla realizzazione di fotorendering dai principali punti di vista individuabili nel sito in esame.

## 7. FATTIBILITÀ DEL PROGETTO.

Dalla sovrapposizione degli interventi con le previsioni urbanistiche, e le perimetrazioni di vincolo e tutela di cui ai paragrafi precedenti, si evince che l'intervento complessivo di progetto risulta fattibile. Le opere previste, infatti, risultano:

- in linea con le previsioni dello strumento urbanistico, senza preclusione alcuna alla realizzazione delle visioni strategiche previste;
- in linea con le previsioni e gli obiettivi di mitigazione del rischio idrogeologico contenuti nel PAI;
- in linea con i principi di tutela e salvaguardia dell'ambiente e del paesaggio, avendo previsto il ricorso a tecnologie a basso impatto ambientale.

In merito ai pareri e nulla osta da acquisire, secondo le previsioni del progetto e l'analisi del quadro dei vincoli e delle tutele presenti sul territorio, non è necessario acquisire ulteriori pareri.

Resta intesa l'acquisizione di ulteriori autorizzazioni o pareri di enti terzi che nel corso delle successive fasi di progettazione o della procedura di approvazione dovessero essere rilevati come necessari ai fini dell'esecuzione dell'opera. Ai fini di una migliore comprensione dell'inserimento degli interventi nel contesto di riferimento, è opportuno comunque prevedere, nelle successive fasi di progetto, uno studio paesaggistico di dettaglio.

Crotone, maggio 2016



Massimiliano Berlingeri  
ingegnere per l'ambiente ed il territorio

Cosimo Santoro  
ingegnere



Francesco Palmieri  
geologo