

# 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.05**

SCALA:

LIV. PROGETTAZIONE  
**PROGETTO ESECUTIVO**

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

CONTENUTO DEGLI ELABORATI  
**Relazione illustrativa del rilievo topografico**

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**  
ing. Massimiliano Berlingeri  
ing. Cosimo Santoro  
geol. Francesco Palmieri

**RUP**  
ing. Gianfranco De Martino



#### IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

**CODICE COMMESSA:** 2016.002

**TITOLO PROGETTO:** RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE VIA SIBARIS - COMUNE DI CROTONE - PROGETTO ESECUTIVO

**COMMITTENTE:** COMUNE DI CROTONE – SETTORE III

**R.U.P.:** ing. Gianfranco DE MARTINO

**ELABORATO N.:** 2016002\_ESE\_ **TITOLO ELABORATO** E05. RELAZIONE ILLUSTRATIVA RILIEVO TOPOGRAFICO

**FILENAME:** 2016002\_ese\_elab\_e05\_rel\_topo\_rev00\_4.doc

#### STATO DELLE REVISIONI

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

#### REDAZIONE, APPROVAZIONE ED EMISSIONE

		DATA	FIRMA
<b>REDATTO DA:</b>	ing. M. Berlingeri - dr. F. Palmieri	gen. 2017	M. Berlingeri – 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
<b>3. METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA.</b> .....	<b>4</b>
3.1. METODOLOGIA. ....	4
3.2. STRUMENTAZIONE. ....	5
3.3. PIANO DI VOLO. ....	7
<b>4. DATI ACQUISITI E RISULTATI.</b> .....	<b>8</b>
4.1. ORTOMOSAICO. ....	8
4.2. NUVOLA DI PUNTI 3D. ....	9
4.3. MODELLI DIGITALI DELLA SUPERFICIE E DEL TERRENO.....	11
4.4. RILIEVO PLANOALTIMETRICO. ....	14

### ALLEGATI:

a. Report elaborazione dati SAPR.

## 1. PREMESSA.

I sottoscritti ing. Massimiliano Berlingeri, dr. Francesco Palmieri e ing. Cosimo Santoro, su incarico dell'Amministrazione Comunale di Crotona, Determinazione del Dirigente del Settore III del 11.03.2016, hanno eseguito lo studio del fenomeno di dissesto in atto, nonché la progettazione delle soluzioni finalizzate al consolidamento della scarpata, che ha determinato il crollo del muro di contenimento in via Sibaris in agro del Comune di Crotona.

Nella presente relazione tecnico descrittiva, vengono rappresentate le metodologie, le strumentazioni utilizzate e i risultati ottenuti durante la acquisizione del rilievo topografico dell'area in esame, eseguito con **SAPR** (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto).

## 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).

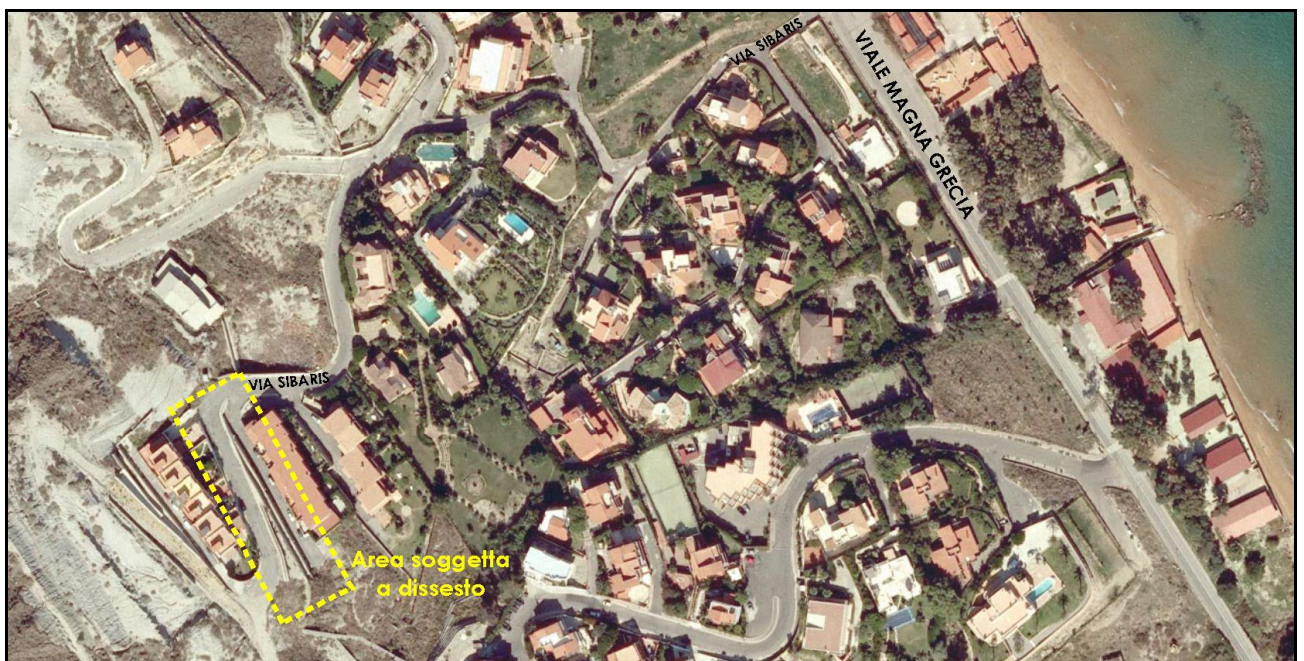


Figura 1 - inquadramento area di studio su ortofoto.

### 3. METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA.

#### 3.1. METODOLOGIA.

Il rilievo topografico in esame è stato acquisito mediante la applicazione dei principi fondamentali della fotogrammetria aerea, una tecnica che permette di rilevare dati metrici di un oggetto (forma e posizione) tramite l'acquisizione e l'analisi di coppie di fotogrammi stereometrici, rilevate da sensore fotografico installato, nel caso in esame, su SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto).

Nella presa aerea la camera è collocata sul SAPR in modo che il suo asse si mantenga il più possibile verticale e rivolto verso il basso per riprendere il terreno (*presa nadirale*). Per soddisfare il principio basilare della fotogrammetria è necessario che ogni generico punto A del terreno sia ripreso almeno da due fotogrammi consecutivi. Su essi vengono registrate rispettivamente le due immagini A' e A'', omologhe di A, le cui coordinate lastra,  $x_{A'}$ ;  $y_{A'}$  sul primo fotogramma e  $x_{A''}$ ;  $y_{A''}$  sul secondo fotogramma, verranno misurate in fase di restituzione e permetteranno il successivo posizionamento dello stesso punto A.

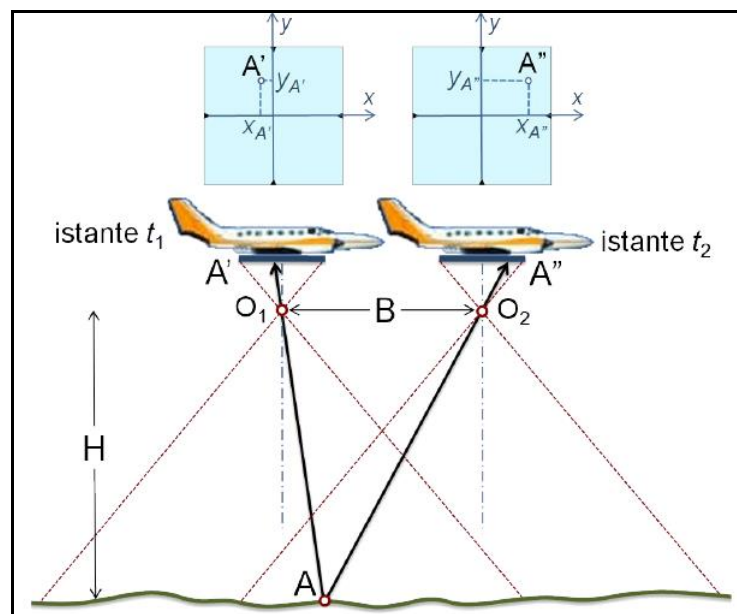


Figura 2 - Esempio di immagini omologhe.

La presa dei fotogrammi è organizzata secondo percorsi rettilinei e paralleli. I fotogrammi ripresi lungo uno stesso percorso rettilineo costituiscono una *strisciata*. L'insieme di più strisciate viene chiamato *blocco* di strisciate.

Le prese effettuate durante la acquisizione in esame garantiscono che:

- il ricoprimento longitudinale  $\mu$  (*overlap*) è pari al 85%;
- l'interasse  $i$  tra due strisciate adiacenti è tale per cui il ricoprimento laterale  $\varepsilon$  (*sidelap*) è pari al 65% dell'abbracciamento  $L$  del fotogramma, per evitare di avere "buchi" nella copertura del territorio.

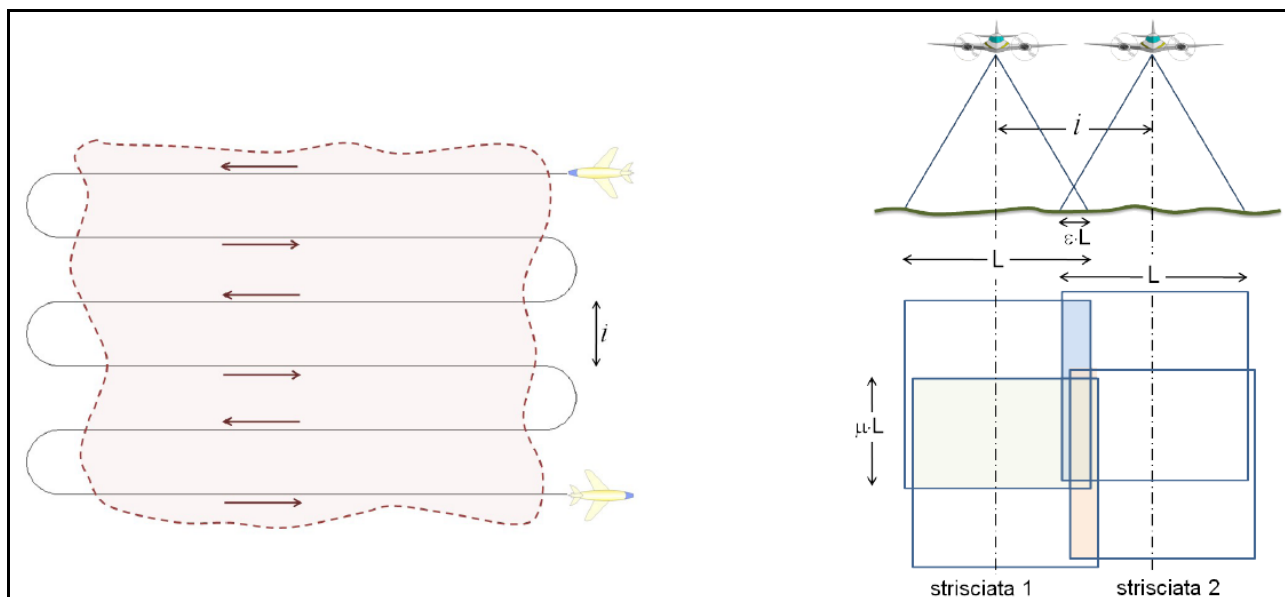


Figura 3 - Esempio di strisciate con overlap e sidelap.

La acquisizione aerea è stata pianificata con l'obiettivo di ottenere una GSD (Ground Sample Distance – dimensione del pixel a terra) di 0,12 metri, sufficientemente ridotta per ottenere un rilievo di dettaglio elevato.

### 3.2. STRUMENTAZIONE.

Il rilievo fotogrammetrico aereo è stato eseguito con l'ausilio di SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto) esarotore **FLYTOP FLYNOVEX** n. di costruzione **FLN050**, con peso massimo al decollo (incluso payload) di 8,3 kg (Piloti SAPR: Massimiliano Berlingeri Att. Num. 34/15; Francesco Palmieri Att. Num. 35/15).

Il sistema è costituito da un telaio a sei bracci ripiegabili con motori brushless ed eliche, un carrello ripiegabile, una centralina di volo costituita da un Flight Controller con sistema inerziale e barometro, un ricevitore GPS con magnetometro ed un ricevitore del radiocomando. I comandi di volo sono inviati sulla frequenza 2,4 GHz a salti di frequenza.

Una Ground Control Station a terra riceve i dati di telemetria e consente la pianificazione automatica della missione; può essere anche utilizzata per la trasmissione di istruzioni base.

Un attacco consente il fissaggio del supporto (gimbal) che sostiene il sensore fotografico e che è dotato di un sistema cardanico per la stabilizzazione e l'orientamento del sensore stesso.

Il controllo e la gestione di tutte le parti del sistema, incluso il sensore utilizzato e la possibile pre-pianificazione della missione, è garantito da software specifici dedicati. Il sistema è alimentato con accumulatori ai polimeri di Litio.

Il sensore fotografico installato a bordo del SAPR è rappresentato da una camera **CANON EOS 700D**, con lunghezza focale fissa a 18 mm. Di seguito alcune foto rappresentative della strumentazione di cui sopra.



Figura 4 - SAPR FLYNOVEX FLN050.



Figura 5 - SAPR FLN050 in volo.

### 3.3. PIANO DI VOLO.

In figura 6 si riporta il piano di volo pianificato e realizzato in data 15.03.2016 per l'area in esame, con una superficie complessiva coperta di circa 1,5 ha. La durata del volo è stata di circa 2 minuti, con elevazione media della foto-acquisizione di circa 120 m s.l.m.

In figura 7 si riporta il piano di volo in vista 3D con indicazione dei punti di scatto delle immagini effettivamente utilizzate nelle successive fasi di post-processo ed elaborazione del rilievo.



Figura 6 - Piano di volo: vista planimetrica.



Figura 7 - Piano di volo: vista 3D con indicazione punti di scatto delle immagini processate.

## 4. DATI ACQUISITI E RISULTATI.

### 4.1. ORTOMOSAICO.

Le immagini acquisite da SAPR sono state elaborate in ambiente specifico (IMMAGINA 2000) al fine di definire una idonea ortofotocarta dell'area in esame, con rilievo metrico, verifica della copertura dell'area di interesse e presenza di dettagli sufficienti a garantire gli obiettivi prefissati dalla committenza. Di seguito l'ortomosaico derivato per l'area in esame:



Figura 8 - Ortomosaico elaborato per l'area in esame.

Al fine di sovrapporre tale dato alle cartografie ufficiali disponibili, si è provveduto a georiferire l'ortomosaico nei sistemi di riferimento WGS84 – UTM33 e ROMA40 – Gauss Boaga (fuso est), mediante il ricorso a punti di controllo a terra facilmente rinvenibili ed univocamente definiti (spigoli fabbricati, strade, ...).

La dimensione del pixel a terra (GSD) ottenuta è di 0,12 metri.

#### 4.2. NUVOLA DI PUNTI 3D.

Dall'ortomosaico, sempre in ambiente specifico (IMMAGINA 2000), è stata derivata la cosiddetta "nuvola di punti 3D": ogni pixel delle immagini acquisite da SAPR è stato convertito in un punto topografico tridimensionale, ottenendo un insieme di punti molto denso (distanza di orizzontale 0,12 m) rappresentativo dello stato di fatto del sito di intervento, di cui si riportano alcune viste tridimensionali.

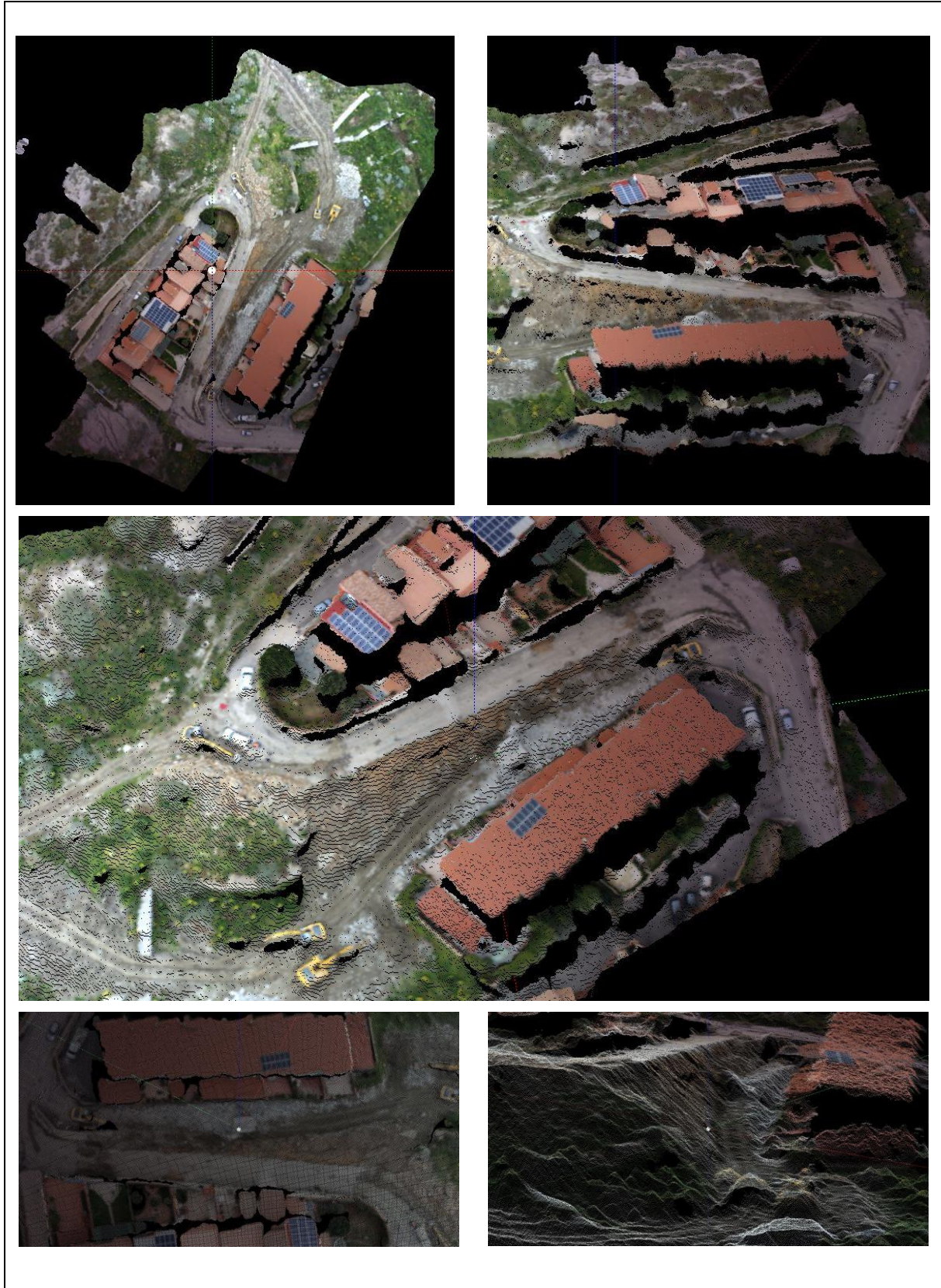


Figura 9 - Nuvola di punti 3D: viste di insieme e di dettaglio.

### 4.3. MODELLI DIGITALI DELLA SUPERFICIE E DEL TERRENO.

L'elaborazione della nuvola di punti acquisita ha consentito di elaborare i modelli digitali della superficie (DSM) e del terreno (DTM): il primo rappresenta in forma digitale tutta la superficie visibile (le quote del terreno, del tetto degli edifici, della chioma degli alberi ecc.); il secondo rappresenta in forma digitale le quote del terreno, ottenuto dal DSM attraverso procedure di filtraggio volte ad eliminare le interferenze della vegetazione e delle infrastrutture in genere.

Entrambi i modelli presentano un pixel a terra con dimensione 0.12x0.12 m. Di seguito alcune viste dei modelli digitali DSM e DTM ottenuti nel caso in esame.



Figura 10 - DSM: vista di insieme.



Figura 11 - DSM: Vista 3D da sud.



Figura 12 - DSM: vista 3D da nord.

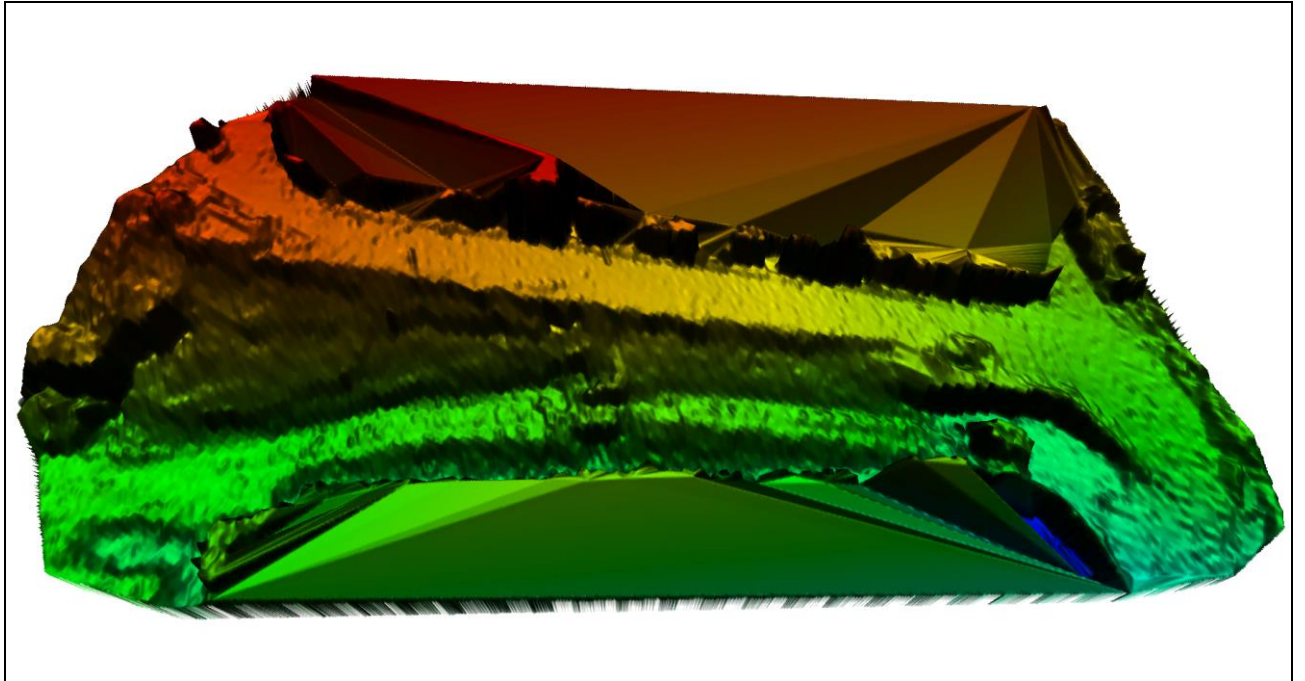


Figura 13 - DTM: vista di insieme.

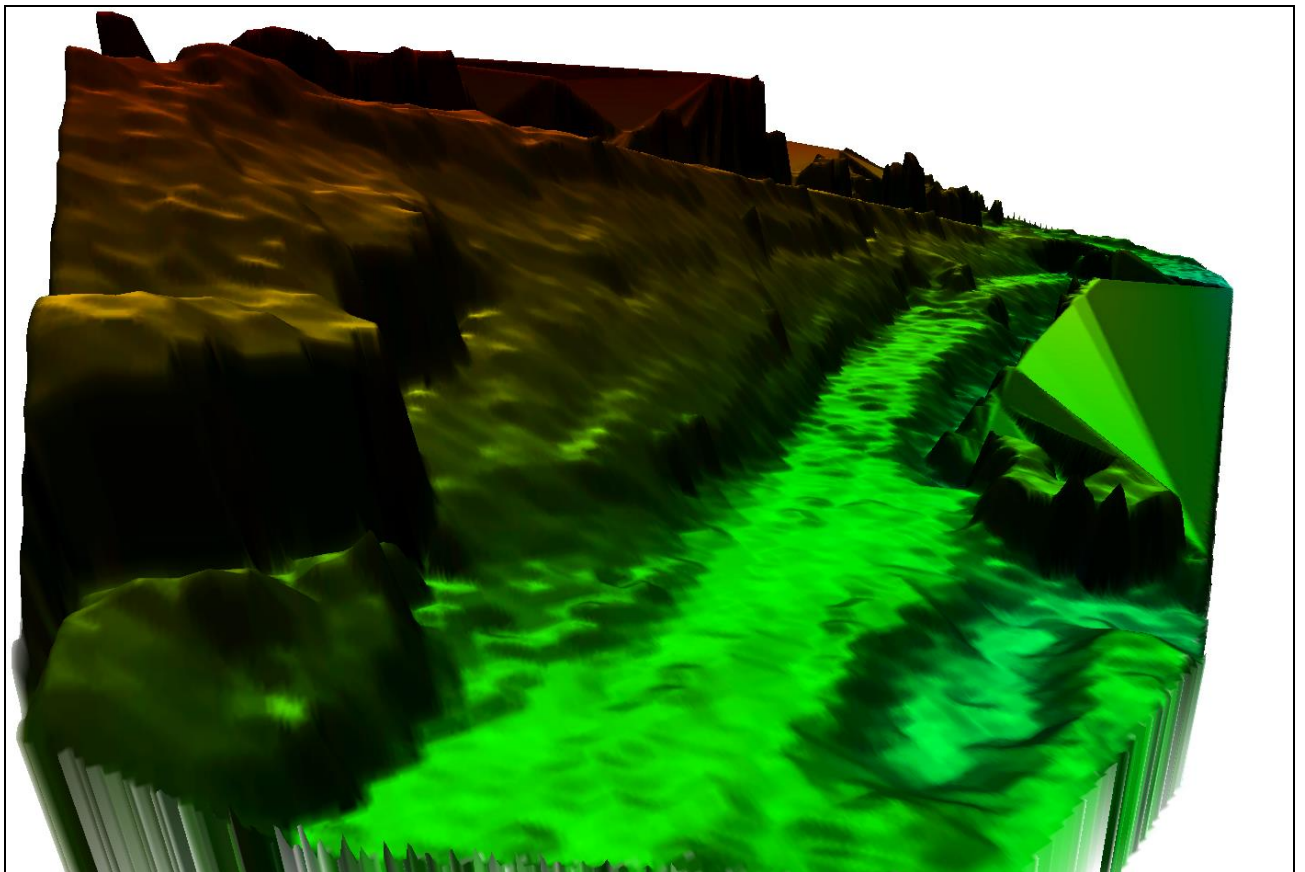


Figura 14 - DTM: particolare.

#### 4.4. RILIEVO PLANOALTIMETRICO.

A seguito di post-processo della nuvola di punti 3D e del modello digitale del terreno (DTM) di cui sopra, è stato possibile definire le caratteristiche topografiche allo stato di fatto dell'area in esame e richieste dalla committenza. Al fine di una corretta interpretazione dei dati, si sottolinea che:

- l'acquisizione aerea è stata effettuata nei giorni immediatamente successivi al crollo del muro in esame, per cui i dati restituiti non tengono conto delle lavorazioni (demolizione e movimento macerie) effettuate successivamente al volo effettuato;
- la nuvola di punti inizialmente generata è rappresentativa della superficie visibile, includendo ogni oggetto inquadrato dal sensore fotografico (macchine operatrici, edifici, alberature, ...): in fase di post-processo si è operato eliminando tutti i punti non significativi in relazione all'obiettivo generale di ricostruire il rilievo planoaltimetrico del sito di intervento.

Per maggiori approfondimenti si rimanda alla lettura delle TAVV. 5 – 6 – 7.

Crotone, gen. 2017



Massimiliano Berlingeri  
 ingegnere per l'ambiente ed il territorio



Cosimo Santoro  
 ingegnere



Francesco Palmieri  
 geologo

# ALLEGATO A:

## REPORT ELABORAZIONE DATI SAPR