

## CAPITOLATO PRESTAZIONALE

**SERVIZIO TECNICO PER IL RILIEVO TOPOGRAFICO E GEOMECCANICO PROPEDEUTICO AL PROGETTO DI FATTIBILITÀ DELLE OPERE PER LA PROTEZIONE DALLA CADUTA MASSI SULLA SP 11 “DELLA VAL D'ADIGE” TRA LE LOCALITÀ TURAN E PREABOCCO, NEL COMUNE DI BRENTINO BELLUNO (VR).  
C.U.P.: D61B18000280003**

Descrizione prestazioni: servizio tecnico attinente la figura di GEOLOGO e INGEGNERE	CIG
Procedura per l'affidamento del rilievo plano-altimetrico, mediante l'ausilio di laser scanner terrestri e sistemi fotogrammetrici APR, completo di analisi geomeccanica e successiva valutazione cinematica in 2D e 3D	<b>ZD7246E0A9</b>

### PREMESSE

Il presente capitolato prestazionale contiene i riferimenti tecnici inerenti relativamente alla procedura di gara indetta dalla Provincia di Verona avente ad oggetto il servizio tecnico di **rilievo topografico e geomeccanico propedeutico al progetto di fattibilità delle opere per la protezione dalla caduta massi sulla SP 11 “della Val d'Adige” tra le Località Turan e Preabocco, nel Comune di Brentino Belluno (VR)**  
**- C.U.P.: D61B18000280003.**

Al fine di poter redige il progetto di fattibilità tecnica-economica in oggetto il servizio tecnico che si intende affidare ha una strategica valenza propedeutica su cui si baserà successivamente tutti i livelli progettuali successivi.

Nella fattispecie i lavori programmati riguarderanno opere di manutenzione e consolidamento della parete rocciosa presente lungo la SP 11, con la finalità di ridurre gli episodi di caduta massi sulla sede viaria; è localizzata nel Comune di Brentino Belluno in Località Turan nei pressi dell'abitato di Preabocco, in destra idrografica della Val d'Adige, nella porzione di versante immediatamente a monte della provinciale.

In questo punto della valle infatti, come si nota anche dalle fotografie sotto riportate, la strada provinciale corre, per una lunghezza indicativa di circa 800m, molto in fregio alla parete rocciosa in quanto il Fiume Adige in quel punto ha formato un'ansa verso destra molto pronunciata.

Per contro la parete risulta essere alta complessivamente circa 500m rispetto al piano viabile con soluzione di continui per la presenza almeno 2 differenti ordini di pianori intermedi che determinano la presenza di 3 principali balconate rocciose alte circa 100-150m cadauna. Data la grande estensione verrà eseguita una prima cernita dell'area da investigare secondo le dimensioni indicate nell'avviso di manifestazione d'intesse.

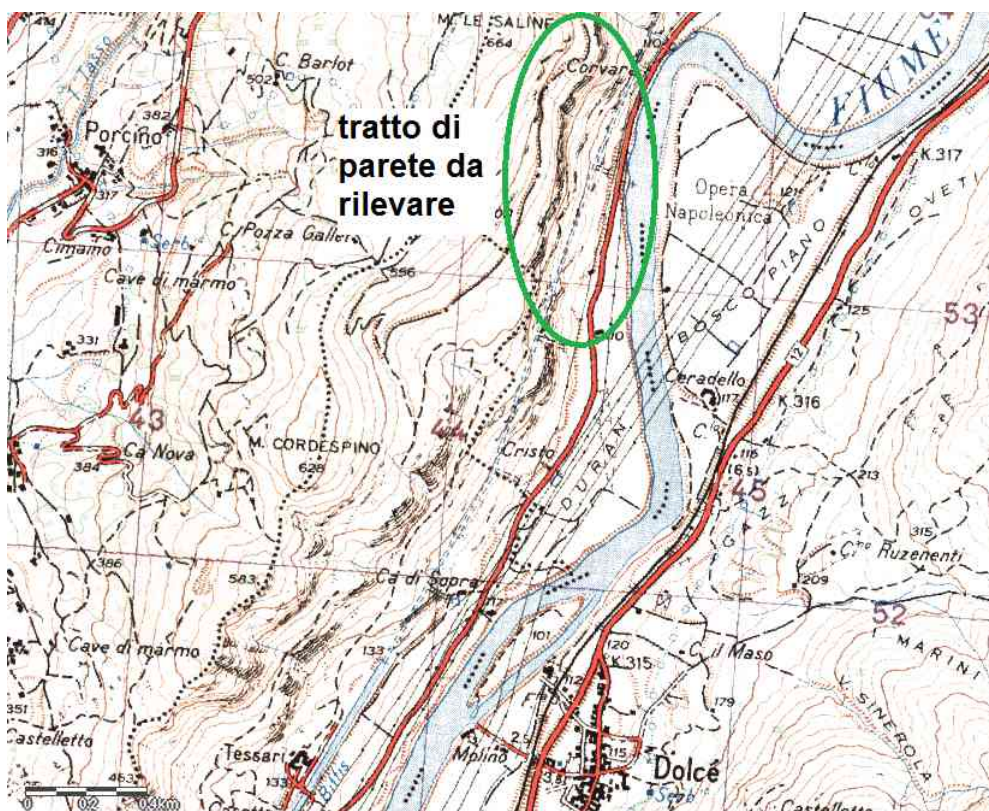
In questo contesto caratterizzato da condizioni al contorno fortemente vincolanti il tratto di maggior vulnerabilità della strada, lungo indicativamente 500m, dovrà essere prioritariamente protetto al fine di scongiurare il ripetersi di episodi di caduta massi che impattano direttamente sulla sede viaria come è accaduto in più occasioni nelle passate annualità.

Per tali motivi si necessita la redazione di un rilievo plano-altimetrico fortemente specialistico che consenta di indirizzare le successive scelte progettuali verso la soluzione tecnica ed economica più idonea a garantire la miglior sicurezza dell'incolumità pubblica.

La metodologia di lavoro che si ritiene di dover applicare in questo contesto dovrà essere così strutturata:

1. rilievo aereofotogrammetrico e laser scanner del versante
2. caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso da nuvola di punti
3. individuazione delle instabilità
4. simulazione di caduta massi

Considerata la natura dell'opera, l'estensione del sito e la sua particolare morfologia, si ritiene che il rilievo debba essere realizzato da professionista, o gruppo di professionisti, di comprovata esperienza e abilitato, preferibilmente geologo e/o ingegnere o comunque avente le competenze necessarie per la redazione delle successive elaborazioni.



*Estratto carta IGM scala 1:25.000*



### *Estratto Ortofoto*

Per meglio inquadrare la situazione generale nell'immagine si è evidenziata la localizzazione della SP11 e l'estensione massima che sarebbe utile riuscire a rilevare; si noti la presenza del Fiume Adige a pochi metri dal piano viabile.



*Foto d'insieme con evidenziati gli elementi salienti*

### **SPECIFICHE DELLA PRESTAZIONE RICHIESTA**

Come sopra anticipato la natura fortemente specialistica del rilievo richiesto impone una metodologia di indagine sviluppata nei seguenti punti:

- 1. rilievo aereofotogrammetrico e laser scanner del versante*
- 2. caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso da nuvola di punti*
- 3. individuazione delle instabilità*
- 4. simulazione di caduta massi*

#### ***1. Rilievo aereofotogrammetrico e laser scanner del versante***

Per l'esecuzione del rilievo plano-altimetrico dell'area oggetto di studio si chiede l'utilizzo combinato di tecnologia di rilevamento tramite laser scanner terrestre e sistemi fotogrammetrici installati su APR (Aeromobili a Pilotaggio Remoto).

L'utilizzo delle due tecniche di rilievo è finalizzato all'acquisizione di una idonea nuvola di punti atta a garantire la miglior risoluzione possibile necessaria per lo svolgimento delle operazioni successive. L'utilizzo combinato consentirà di ridurre al minimo la presenza di zone d'ombra causate da vegetazione e dall'irregolarità della parete stessa.

Nelle numerose aree vegetate presenti, il contributo da loro prodotte dovrà essere rimosso in post-processing da parte dell'operatore, al fine di una corretta ricostruzione della topografia.

### **1.1 Rilievo aereofotogrammetrico digitale**

Si richiede di eseguire un rilievo aereofotogrammetrico digitale da SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto) dell'intero versante di interesse. Dovrà essere rilevata la topografia di zone di criticità associata al pericolo di caduta massi e saranno fornite rappresentazioni digitali tridimensionali degli affioramenti rocciosi (aree di distacco) e delle aree di caduta. I dati risultanti dai rilievi con SAPR costituiranno un dato di input per le successive analisi di caratterizzazione degli ammassi rocciosi e di analisi cinematica dei versanti in roccia nonché di modellazione e simulazione dei fenomeni di caduta di blocchi.

Il team di rilievo dovrà essere composto da due persone con un know-how specifico per i rilievi fotogrammetrici in pareti rocciose ed in aree a rischio idrogeologico. L'APR dovrà essere condotto da un pilota in possesso del riconoscimento della competenza (e a secondo del modello usato dell'*Attestato di Pilota di APR* o della *Licenza di Pilota di APR*), in stato di validità di cui alla Sezione IV del Regolamento ENAC vigente.

### **1.2 Rilievo con laser scanner**

Si richiede di realizzare scansioni laser scanner "long range" da terra da utilizzare per ottenere una topografia di estremo dettaglio della parete rocciosa propedeutica ad ottenere informazioni sul sistema di fratturazione dell'ammasso, identificare le aree di distacco e definire le aree di propensione al distacco di blocchi di roccia.

Per acquisire la maggior precisione possibile le nuvole di punti dovranno essere georeferenziate e dovranno essere eseguite scansioni da più punti di vista per ridurre la percentuale di aree in ombra.

Siccome le nuvole di punti e le immagini ottiche ad alta risoluzione verranno utilizzate come input per l'estrazione dei parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso, i risultati del rilievo saranno resi disponibili nei formati di interscambio più comuni GIS e CAD unitamente a nuvole di punti georeferenziate in vari formati compatibili con i più comuni software di visualizzazione ed editing, permettendo la navigazione e misurazione realistica dei modelli ricostruiti.

Tutti i dati dovranno essere georiferiti nel sistema di coordinate geografiche scelto ai fini di progetto.

## ***2. Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso da nuvola di punti***

Considerando che l'area da rilevare è molto ampia, impervia e difficilmente raggiungibile il rilievo geomeccanico tradizionale risulta fortemente limitato; per tale motivo si richiede che vengano ricavati da remoto, a partire dalle nuvole di punti rilevate, il maggior numero possibili di informazioni sulle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso.

Le nuvole di punti acquisite da drone e laser scanner terrestre verranno elaborate, attraverso l'utilizzo di opportuni algoritmi di calcolo per estrarre in maniera semi-automatica informazioni geometriche accurate, utili per la ricostruzione e la caratterizzazione dell'ammasso roccioso. Gli algoritmi utilizzati dovranno consentire di estrarre discontinuità che danno origine a piani sul versante, ma anche piani che danno origine solamente a tracce sugli affioramenti, analizzando le immagini ottiche ad alta risoluzione acquisite contestualmente ai dati laser e da drone. Dovranno essere individuati i piani di discontinuità, la loro orientazione nello spazio, le famiglie principali, la loro spaziatura, frequenza e persistenza.

## ***3. Individuazione delle instabilità***

Si richiede una valutazione della suscettibilità o propensione al dissesto sull'area analizzata rispetto ai diversi meccanismi di rottura plausibili con particolare attenzione ai fenomeni di crollo

La caratterizzazione geomeccanica ricavata, pur con le sue inevitabili semplificazioni di un metodo indiretto, verrà impiegata per individuare i principali meccanismi di dissesto in corrispondenza dei versanti investigati e per ricostruire le geometrie rappresentative dei blocchi che costituiscono l'ammasso roccioso, mediante un'analisi cinematica dell'ammasso roccioso. Per tale motivo dovrà essere effettuata un'analisi cinematica quantitativa, la probabilità relativa di occorrenza di un determinato meccanismo di rottura e la stima dei volume dei blocchi individuati.

Dovrà essere fornita una relazione tecnica che descriva la metodologia seguita, il workflow, le attività di rilievo svolte, i software impiegati ed i volumi rocciosi unitari individuati con localizzazione planimetrica, famiglie di discontinuità identificate su nuvola di punti e fotografia dei volumi. Saranno inoltre prodotti elaborati cartografici inclusivi della corografia del sito, posizione delle instabilità, diagrammi equiareali di Schmidt, sia in termine di piani che di poli, sia singoli che aggregati in famiglie. I prodotti dell'analisi geomeccanica verranno forniti sotto forma di geo-database in formato dxf, includendo le polyline 3D per le discontinuità ed i piani identificati, insieme al quale verrà fornito un file in formato .csv riportante tutti gli attributi associati alle discontinuità identificate. I file forniti saranno compatibili con i principali applicativi software GIS e CAD.

#### **4. Simulazione di caduta massi in 2D e 3D**

L'analisi cinematica ed i principali blocchi instabili identificati dovranno essere usati come input per la definizione delle aree sorgenti e delle successive simulazioni numeriche, basate su metodo lumped mass, di caduta massi tridimensionali e bidimensionali.

L'analisi 3D dovrà essere utilizzata per valutare l'influenza della morfologia del pendio sulle traiettorie, utilizzando come dato di input i rilievi plano-altimetrici ottenuti dall'elaborazione dei dati acquisiti dal drone e dal laser scanner. Le simulazioni 2D verranno invece realizzate per poter eseguire un numero più elevato di simulazioni e presentare con più chiarezza le energie, velocità e altezze di rimbalzo in funzione della localizzazione planimetrica.

Il bersaglio principale di progetto, costituito dalla Strada Provinciale n.11 "della Val d'Adige", dovrà essere raggiunto con le simulazioni di questo tipo per la ricostruzione dei possibili percorsi, la valutazione delle altezze delle traiettorie di caduta rispetto alla superficie del pendio, la stima delle velocità e delle energie durante i percorsi, la valutazione delle massime distanze raggiunte dai massi, la stima della velocità e dell'energia di impatto.

Le simulazioni dovranno fornire elementi importanti per la progettazione dei sistemi di protezione più idonei che costituiscono il core del progetto di protezione della Strada Provinciale n.11.

### **TERMINI DI ESECUZIONE DELLE PRESTAZIONI**

Data la necessità di acquisire in tempi relativamente brevi la documentazione richiesta, la consegna degli elaborati verrà effettuata non oltre i 30gg naturali e consecutivi dalla comunicazione di aggiudicazione.

### **TEMPI DI PAGAMENTO**

Il pagamento avverrà entro 30gg dalla data di ricevimento della fattura elettronica, previo ottenimento della regolarità contributiva del professionista.

### **PENALI**

Per ogni giorno di ritardo alla consegna della relazioni verrà comminata una penale sull'importo prestabilito pari allo 0,5%.

La consegna di documentazione incompleta e/o carente degli elaborati richiesti necessari alla redazione del progetto di fattibilità tecnico-economica comporterà la riapertura dei termini e la necessità di integrare la documentazione.

Il ritardo superiore ai 20gg dal termine prestabilito comporta la revoca dell'incarico e l'incameramento della polizza definitiva. In tal caso il professionista non ha diritto ad alcuna somma per l'eventuale documentazione parziale predisposta e consegnata.